溫室環控自動感測技術
環境感測相關系統介紹

葉 陶 淵

工研院量測技術發展中心

報告內容

壹、量測中心現有技術能力

貳、實用感測器現有狀況

參、環境感測現有校正追溯系統

肆、量測、誤差分析與分析化學QA/QC

壹、量測中心現有技術能力

標準：用以定義、實現、保持或後復現單位，或一個或多個已知量值，並通過比較將它們傳遞到其它計量器具的實物量具，或計量系統。

校正：將測試設備或儀器標準件本身加以測試與調整，以了解其準確程度的工作。

可分爲比較校正與絕對校正。

標　　準

標準的形式：

1. 文件標準：如
   - 產品規範之標準
   - 試驗法或檢驗法之標準
2. 量測標準：
   - 實體標準：如標準公尺及公斤原器
   - 基本單位或物理常數：如安培(ampere)，絕對零度(kelvin)等

爲什麼要建立量測標準

★量測儀器需要定時校正

★量測標準需要追溯

★檢驗測試報告需準確可靠

爲何要校正

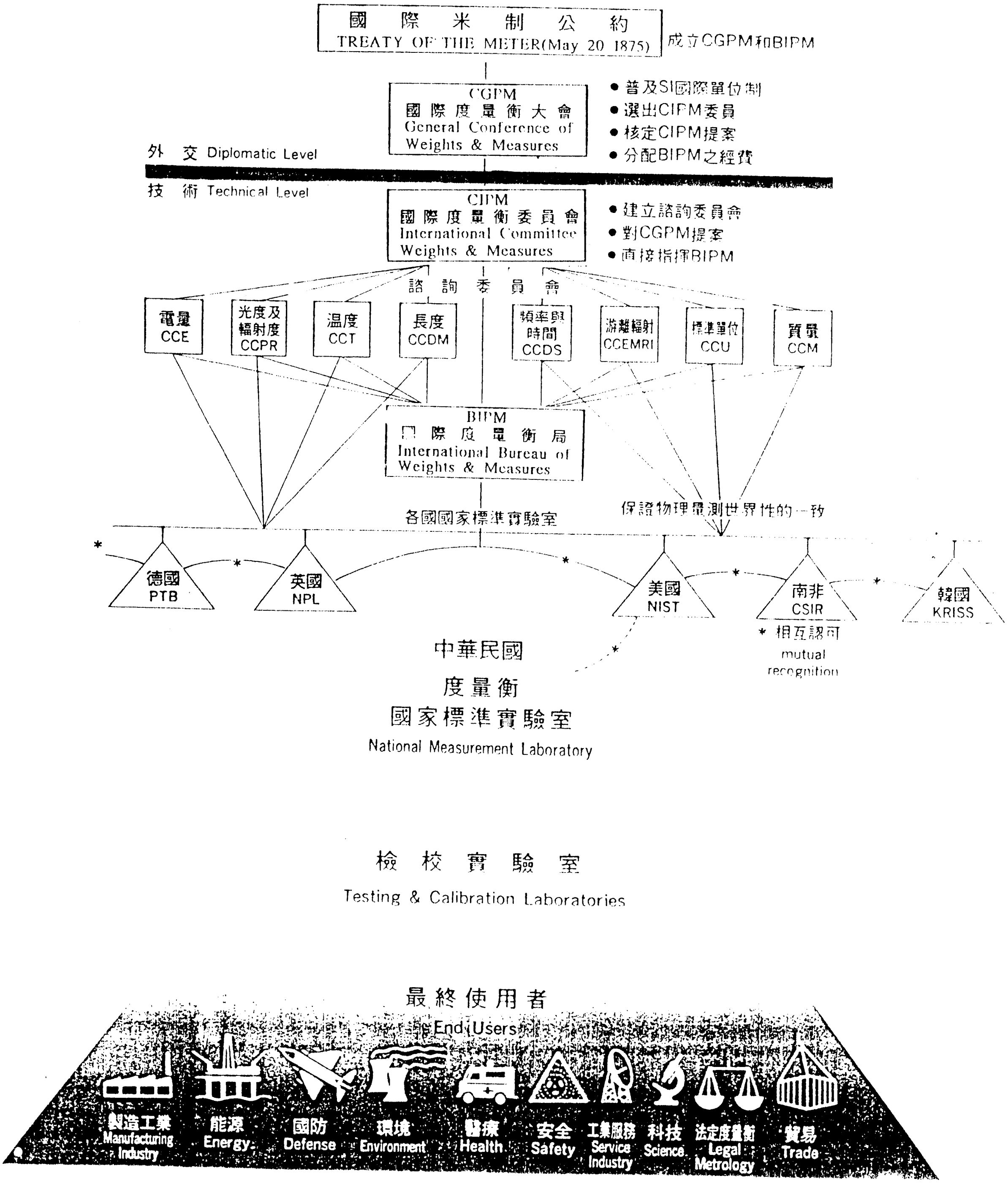
★校正是確保量測結果準確之最佳方法

★經常使用之儀器感測器會有漂移，老化，劣化等現象，需定期校正。

★儀器損壞或燒壞，經修護之後，需重新校正

★新出廠之量測儀器均需要作校正

量測追溯體系
Traceability of Measurement



基本單位的實現與導引
Realization and Transfer of SI Base Units

國際米制公約
Treaty of the Meter (May 20, 1875)

國際度量衡大會
General Conference of Weights & Measures

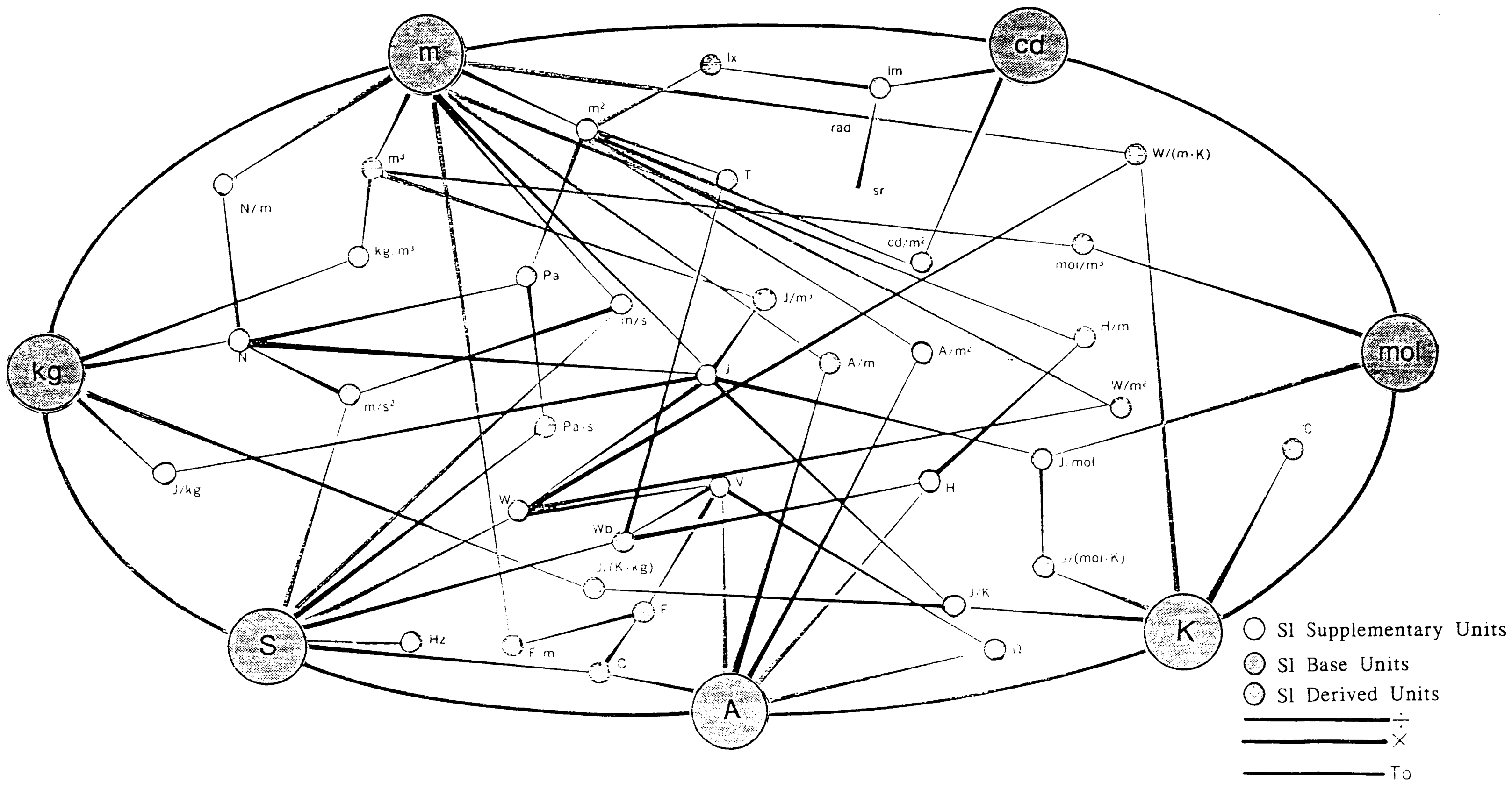
國際度量衡委員會
International Committee of Weights & Measures

國際度量衡局
International Committee of Weights & Measures

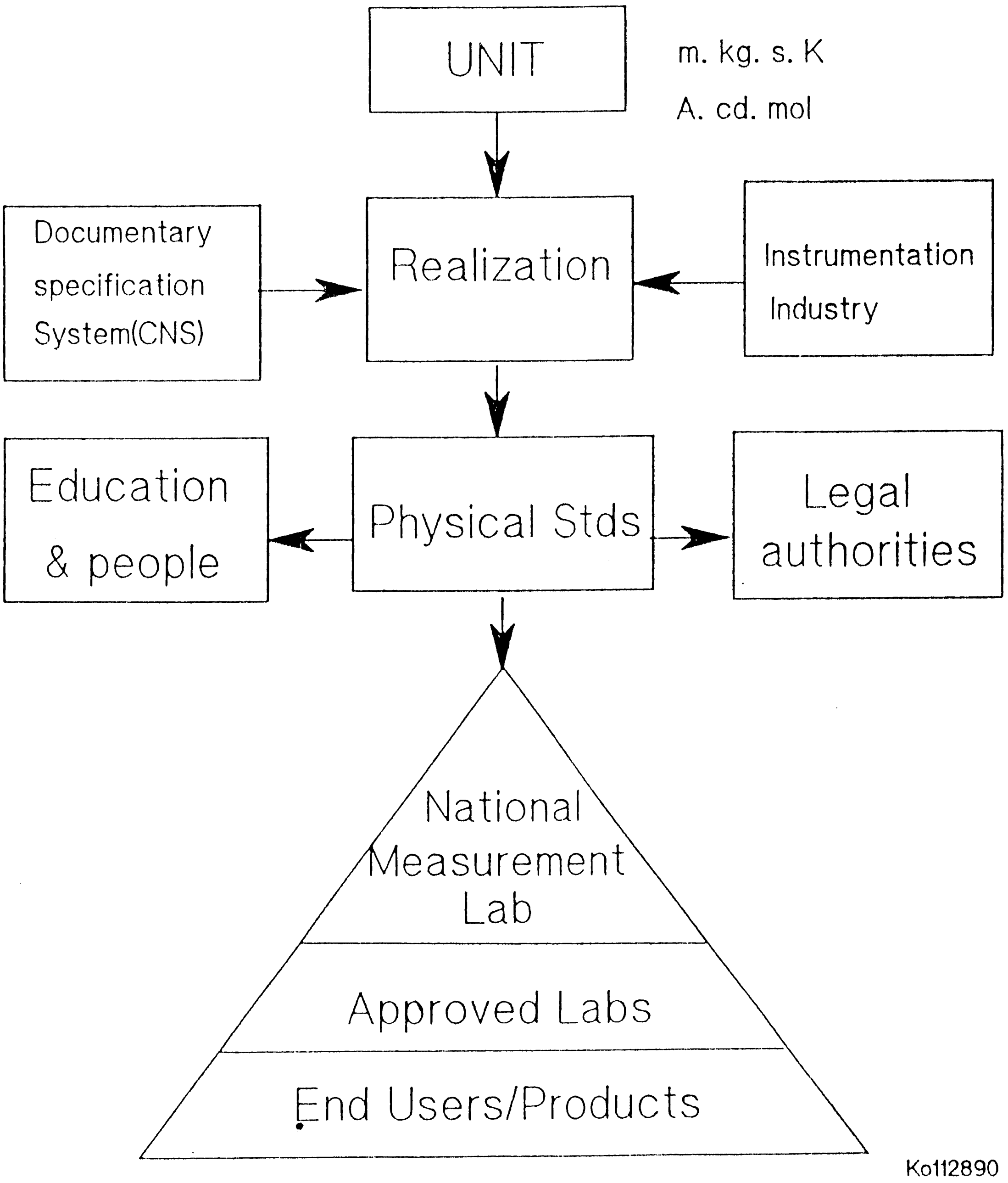
單位 units	長度 Length 公尺 meter(m)	質量 Mass 公斤 kilogram(kg)	時間 Time 秒 second(s)	溫度Thermodynamic Temperature 克耳文 kelvin(k)	電流 Electric Current 安培 Ampere(A)	光強度 Luminous Intensity 燭光 candela(cd)	物質量 Amount of Substance 莫耳 mole(mol)	導出單位(如流量等) Derived Units (e.g.flow rate)
定義 basis for the units/ prototype	光在真空中行進的距離 The length of the path travelled by ligth in a vacuum during a specific time interval	公斤原器 The mass of the international prototype of the kilogram	銫-133躍遷的週期 A specified number of the periods of the radiation of the Cesium-133 atom	水三相點 The fraction 1/273.16 of the thermodynamic temperature of the triple point of water	真空中兩平行導線引起之作用力 The electric current causing a specific interatcion between two parallel wires in vacuum	頻率爲540×12 Hz光源之單色輻射 The luminous intensity of a monochromatic ligth and of a specified radiation intensity	碳-12原子數 Amount of substance Containing as many elementary atoms in 0.012kg of carbon-12	
標準的實現 realization of the standards	* 雷射干射儀 Laser Interferometer	原器用天平 Balance for the National Prototype	銫-133原子鐘 Cesium-133 Atomic Clock	* 國際溫標 International Temperature Scale 1990	電流平衡裝置 Electric Current Balance	絕對輻射計 Absolute Radiometer	標準質量比測裝置 Instrument of Mass Ratio to Carbon-12	導出標準用儀器 Derived Standards Instruments
參考標準 reference standards	* 標準塊規 Standard Gauge Blocks	* 標準法碼 Standard Weights	標準石英錶 Standard Quartz Chronometer	* 國際溫度計 Standard Thermometers	* 約瑟芬電壓及量化霍爾電阻 Josephson Voltage Standard & Quantum Hall Resistance Standard	* 標準燈 Standard Illuminant A		參考標準件 Reference Standards Device

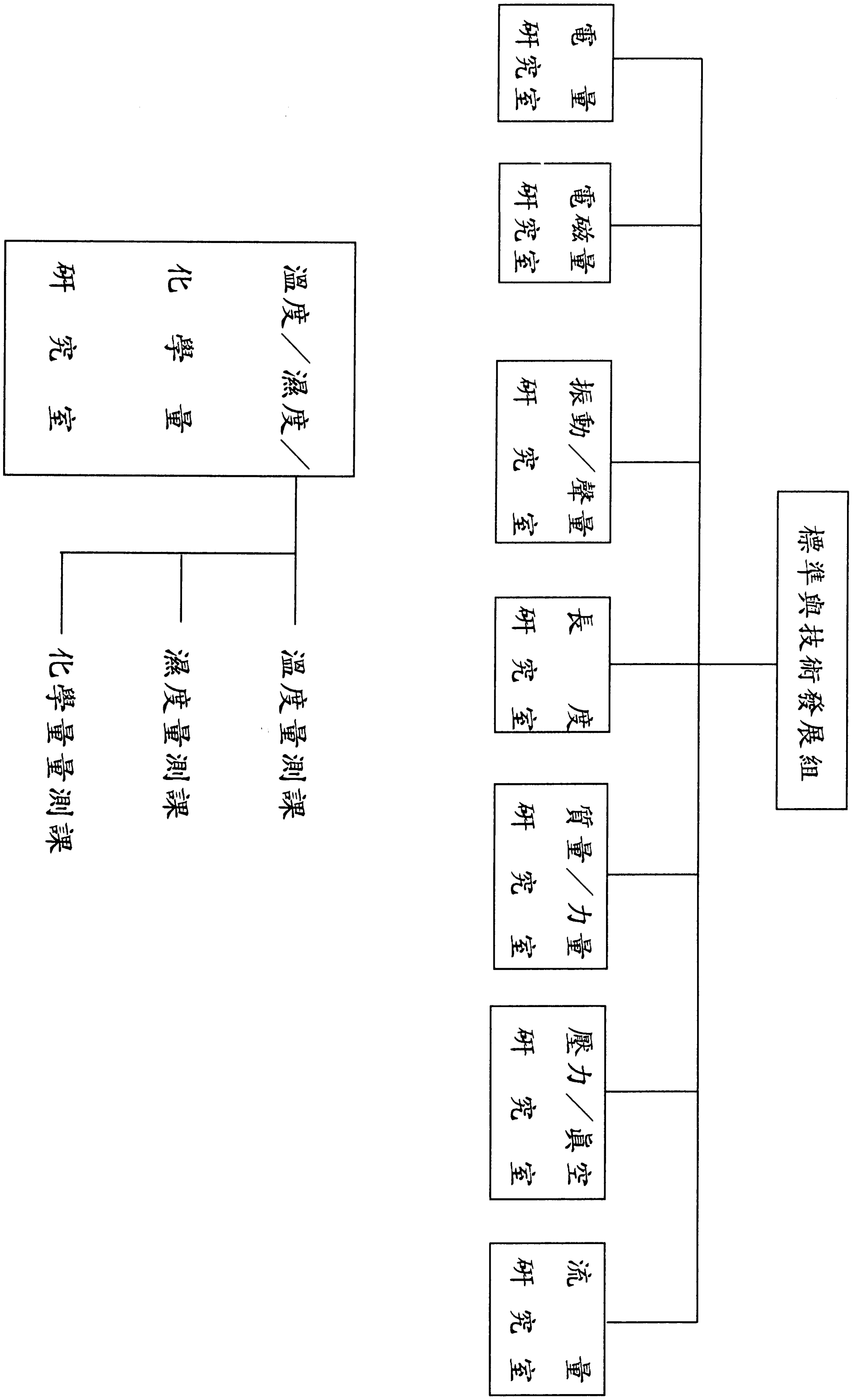
* 本中心已具有之標準能力

基本單位與導出單位關係圖
Derivation of Base Units



National Measurement System




標準與技術發展組
電量研究室
電磁量研究室
振動／聲量研究室
長度研究室
質量／力量研究室
壓力／真空研究室
流量研究室
溫度／濕度／化學量研究室
溫度量測課
濕度量測課
化學量量測課

㈠任務與功能

任　務
- 建立
- 維持　全國最高量測標準，提供檢校服務
- 傳遞

功　能
- 健全國家量測體系
- 確保量測數據之準確性與一致性
- 協助工業界品質提昇

㈡發展目標

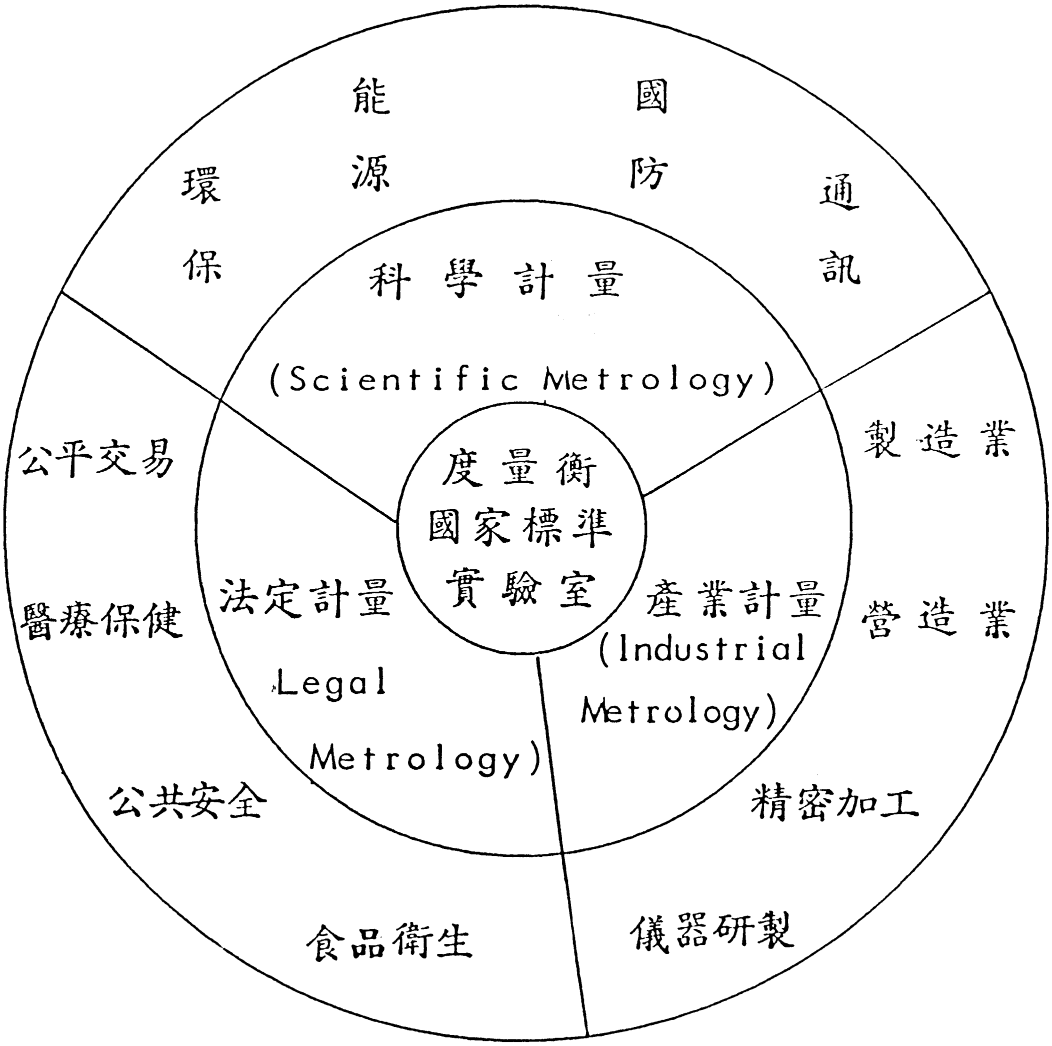
• 近程目標：

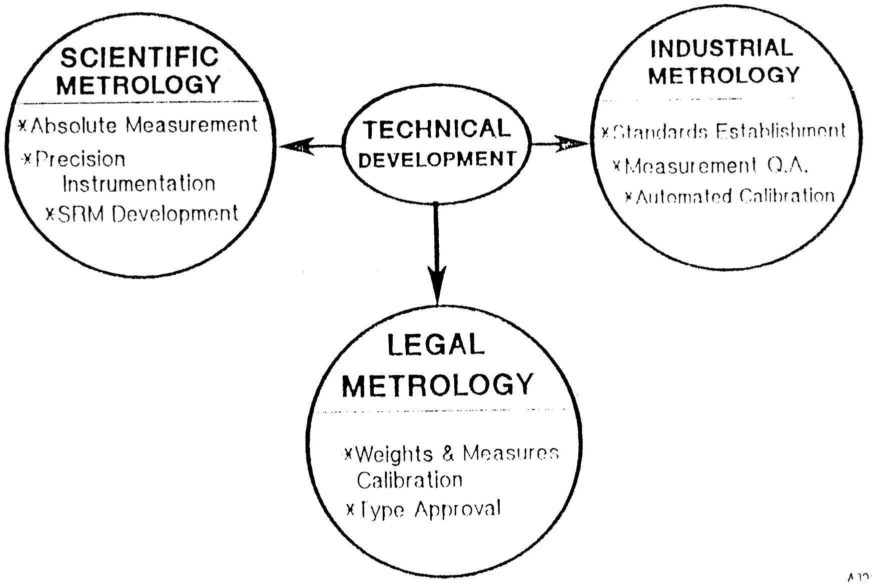
建立及維持國家最高量測標準，
提供檢校技術服務
建立國家計量人才培訓
及量測資訊傳播與推廣中心

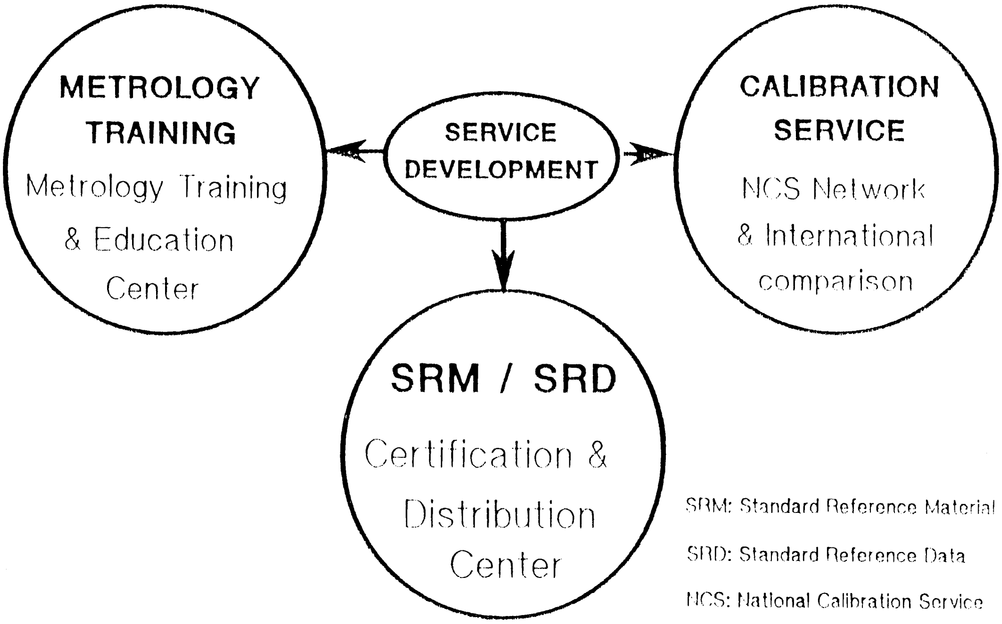
• 中、長程目標：

- 建全國家量測體系，獲得世界各國國家實驗室及其認證組織之相互認可。
- 發展自主追溯之絕對量測標準，參與國際比對以獲得國際認可並建立標準之國際追溯性。

產業應用關聯圖


能源
國防
環保
通訊
科學計量
(Scientific Metrology)
製造業
公平交易
度量衡
國家標準
實驗室
法定計量
產業計量
(Industrial
Metrology)
醫療保健
營造業
Legal
Metrology)
公共安全
精密加工
食品衛生
儀器研製


SCIENTIFIC METROLOGY
*Absolute Measurement
*Precision Instrumentation
*SRM Development
TECHNICAL DEVELOPMENT
INDUSTRIAL METROLOGY
*Standards Establishment
*Measurement Q.A.
*Automated Calibration
LEGAL METROLOGY
*Weights & Measures Calibration
*Type Approval


METROLOGY TRAINING
Metrology Training & Education Center
SERVICE DEVELOPMENT
CALIBRATION SERVICE
NCS Network & International comparison
SRM / SRD
Certification & Distribution Center
SRM: Standard Reference Material
SRD: Standard Reference Data
NCS: National Calibration Service

貳、實用感測器現有狀況

標準溫室環境規格

項次	項目	規格
1	溫度	10～50℃，±2℃
2	濕度	50～90%RH，±5%
3	照明	＞0.2～0.5Klux
4	CO_2	350～1500ppm
5	酸鹼度	pH＝5.0～8.0
6	電解液	0.5～2.0ms/cm

感測器之選擇基準

測定條件
1. 測定之目的
2. 測定量
3. 測定範圍
4. 輸入信號
5. 要求精度
6. 測定時間

性能
1. 精度
2. 安定性
3. 反應性
4. 直線性
5. 反應誤差
6. 類比與數位
7. 輸出信號
8. 靈敏度
9. 穩定性
10. 解析度
11. 遲滯性
12. 老化

使用條件
1. 設置場所
2. 環境(溫度、濕度、振動)
3. 接觸式與非接觸式
4. 外部輸出信號
5. 表示

採購・保養
1. 價格
2. 交貨
3. 服務
4. 保證期間
5. 標準品與非標準品

- 溫度感測器
  - 接觸型
    - 熱膨脹溫度計(水銀、壓力溫度計)
    - 熱電偶(PR,CA,CRC…)
    - 電阻式測溫體(pt-RTD,Ni-RTD)
    - 熱敏電阻體(PTC,NTC,CTR)
    - 半導體PN接合型溫度計(IC溫度計)
    - 磁性溫度計(Fe-Ni-Co合金)
    - 液晶溫度計
    - 光纖溫度感測器
    - 高分子色變溫度計
    - 其他(如：水晶溫度感測器、SAW-溫度感測器)
  - 非接觸型
    - 熱電堆型(thermopile)
    - 焦電型(LiTaO3、PbTiO3、PZT…)
    - 光導型(HgCdTe、pbs…)
    - 光壓型(Insb、InAs、HgCdTe…)

圖一　各種主要溫度感測器

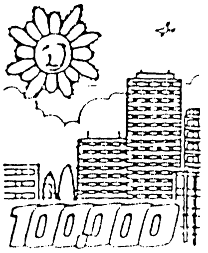
3.濕度感測器體系

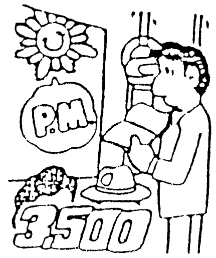
濕度感測器分類

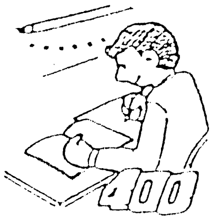
- 濕度感測器
  - 機械式感測器
    - 毛髮式
    - 尼龍式
  - 乾濕球式感測器
    - 一對電棒狀溫度計
  - 阻抗式／容量變化式感測器
    - 電解質系感測器
    - 高分子系感測器
    - 陶瓷系感測器
  - 電磁波之吸取利用式感測器
    - 超音波
    - 紅外線
    - 微　波
  - 其他感測器
    - 熱傳導率

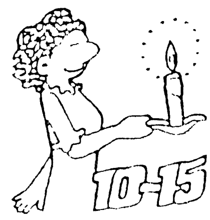
各種場合之照度

	單位：勒克斯 lux (呎燭光 fc)	
需戴太陽眼鏡	100,000 (9,300)	• 晴空，正午，太陽底下 (100,000/9,300) • 晴空(早上10點)太陽底下 (65,000/6,045)
實用的範圍		• 晴空(下午 3點)太陽底下 (35,000/3,255) • 多雲(正午)太陽底下 (32,000/2,976) • 多雲(早上10點)太陽底下 (25,000/2,325)
	10,000 (930)	
		• 下午的窗邊 (3,500/324)
	2,000(190)	• 多雲的早晨(約日昇後一小時) (2,000/190)
	1,000(94)	• 日落前一小時的晴空下 (1,000/94)
	600(55)	• 百貨公司的櫃台 (500-700/47-66)
需要照明	500(47)	• 保齡球館(500/47) • 辦公室 (400-500/37-47) • 圖書館(400-500/37-47) • 閃光燈前一公尺(3 ft)(250/22.7)
	100(9)	• 晚上的街燈下 (150-200/13.5-18)
	80(7.3)	
	物體最小照明	
	15(1,4)	• 距打火機 30cm/11.8 in(15/1.4)
	10(1)	• 距燭光 20 cm/7.9 in(10-15/1-1.4)





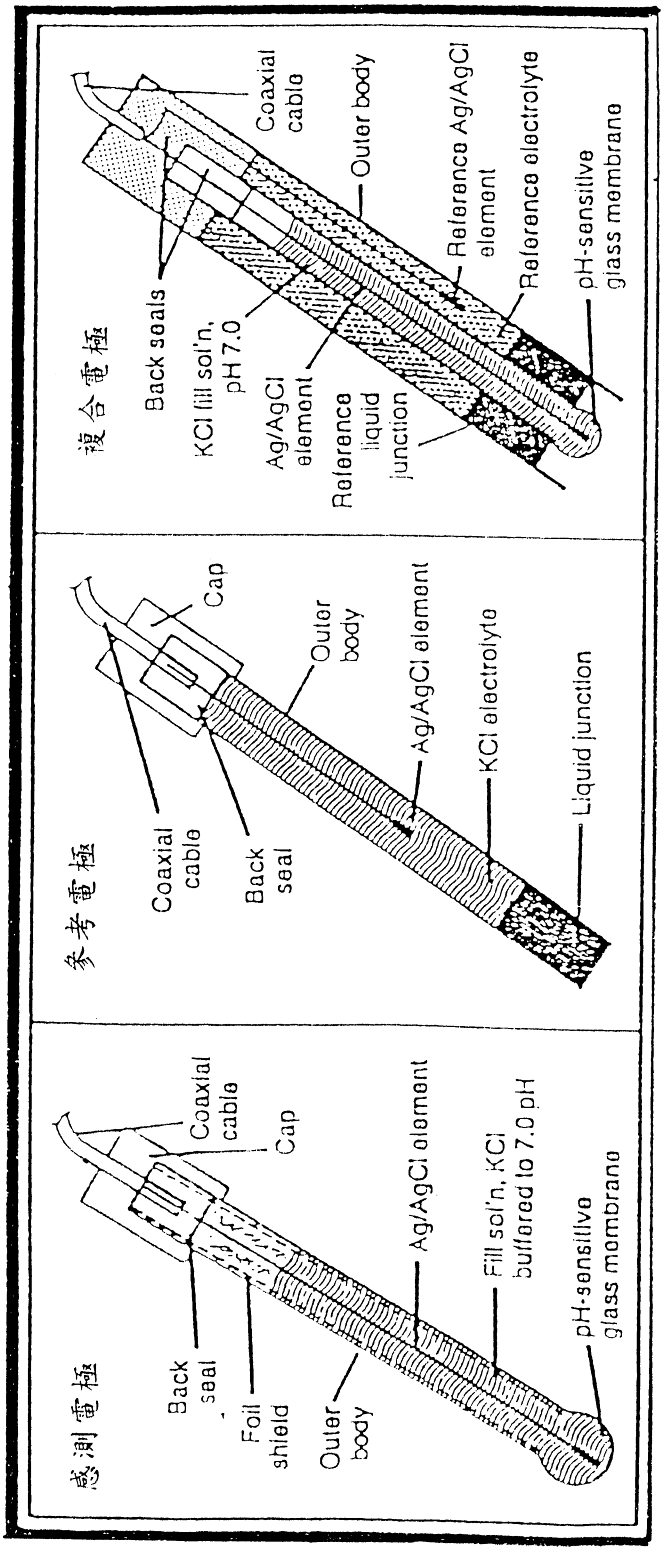




光度量單位

物理量	符號	定義	單位
光能量 (Luminous enerqy)	Qv	$\int_{\Delta t} \Phi v \, dt$	流明秒 (lm.sec)
光通量 (Luminous flux)	Φv	$\phi v = Km \int_{360nm}^{830nm} \Phi a, \lambda(\lambda) V(\lambda) d\lambda$	
光(強)度 (Luminous intensity)	Iv	$\frac{d\Phi v}{d\Omega}$	燭光 流明 球面度 (candela;cd;lm sr)
輝度 (光)亮度 Brightness;Luminance	Lv	$\frac{d\Phi v}{d\Omega d A \cos\theta}$	尼特 流明/米平方.球面度 (nt;lm/m^2.sr)
光出射度 (Luminous exitance)	Mv	$\frac{d\Phi v}{dA}$	勒克斯 流明/米平方 (lux;lx;lm m^2)
(光)照度 (Illuminance)	Ev	$\frac{d\Phi v}{dA}$	勒克斯 流明/米平方 (lux;lx;lm/m^2)

$K_m = 683.002 \ lm.W^{-1}$ 683 $lm.W^{-1}$



酸鹼度計之玻璃電極構造

空氣的主要成份

氣　　體	容積(%)
氮	78.08
氧	20.95
氬	0.93
二氧化碳	0.03
氖	1.8 E-3
氦	5.2 E-4
甲烷	1.4 E-4
氪	1.1 E-4
一氧化氮	5.0 E-5
氙	8.6 E-6
氫	5 E-5
水蒸氣	0～4

平均分子量

Md＝28.966 g/mol

$$\frac{Mw}{Md}=0.622$$

Mw＝18.016 g/mol

濕度(Humidity)

氣體中水蒸氣的含量

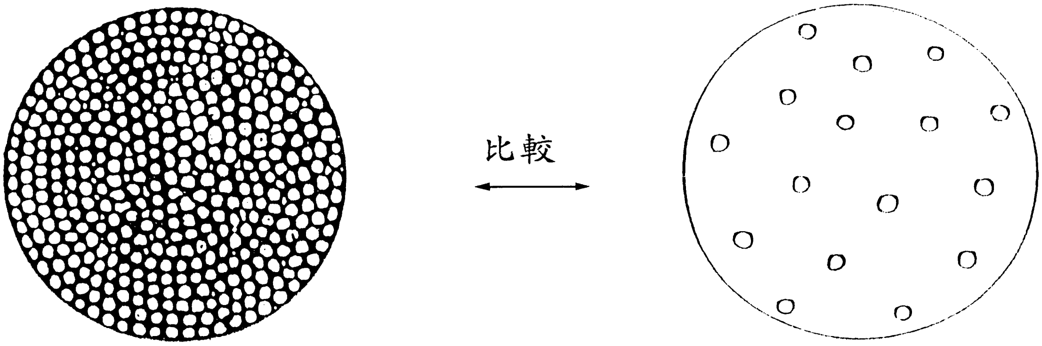
量測濕度的儀器稱爲濕度計(Hygrometer)

水份(Moisture)

吸附或吸收在液體或固體中的水之含量

量測水份的儀器稱爲水份計(Moisture Meter)

相 對 濕 度



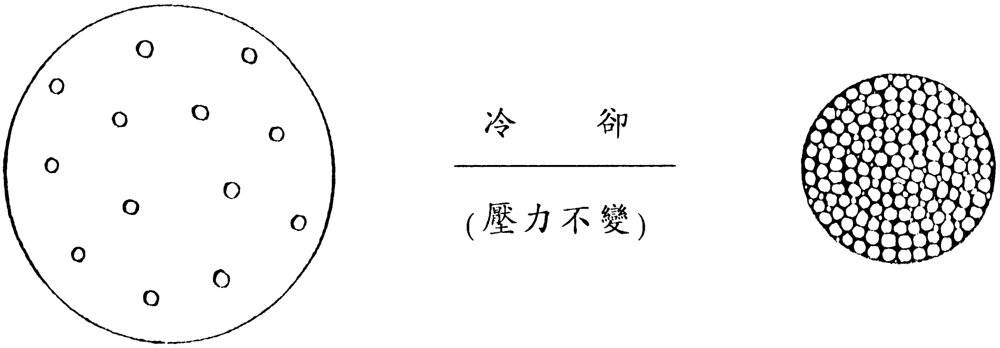
t℃時之飽和水蒸氣壓
es

t℃時氣體水蒸氣壓
e

氣體中的水蒸氣分壓與同溫度下飽和和汽蒸氣壓之比值的百分率

$$\%RH = \frac{e}{es} \times 100$$

露 點



t℃時之水蒸氣
e

溫度降至t'℃時達到
飽和。露點：t'℃

壓力不變狀況下氣體冷卻開始產生露(霜)時溫度　　Td:℃

計測方式	表示單位	應用對象
乾濕球溫度計	℃或 F	高溫乾燥，空氣調節系統，氣象觀測，人工氣候室。
%相對濕度	0～100%	空氣調節系統濕度監視，溫濕度試驗驗箱，製藥廠及食品工業產品包裝室。
露點、冰點	℃或 F	製處理及鍛造之氣氛，乾燥機濕度控制，儀器用氣體之監視，氣象及環境計測。
容量或質量之比率	PPMv 或 ppWw	工業氣體乾燥度之確認，例如氮氣、氧氣、氫氣或其他氣體。
GRAINS PER POUND	GRAINS/	引擎排氣試驗，風管，蒸汽箱之濕度測試。

參、環境感測現有校正追溯系統

* 溫度
* 濕度，水份
* 光度
* 酸鹼度
* 氣體標準
* 質量，力
* 壓力
* 流量

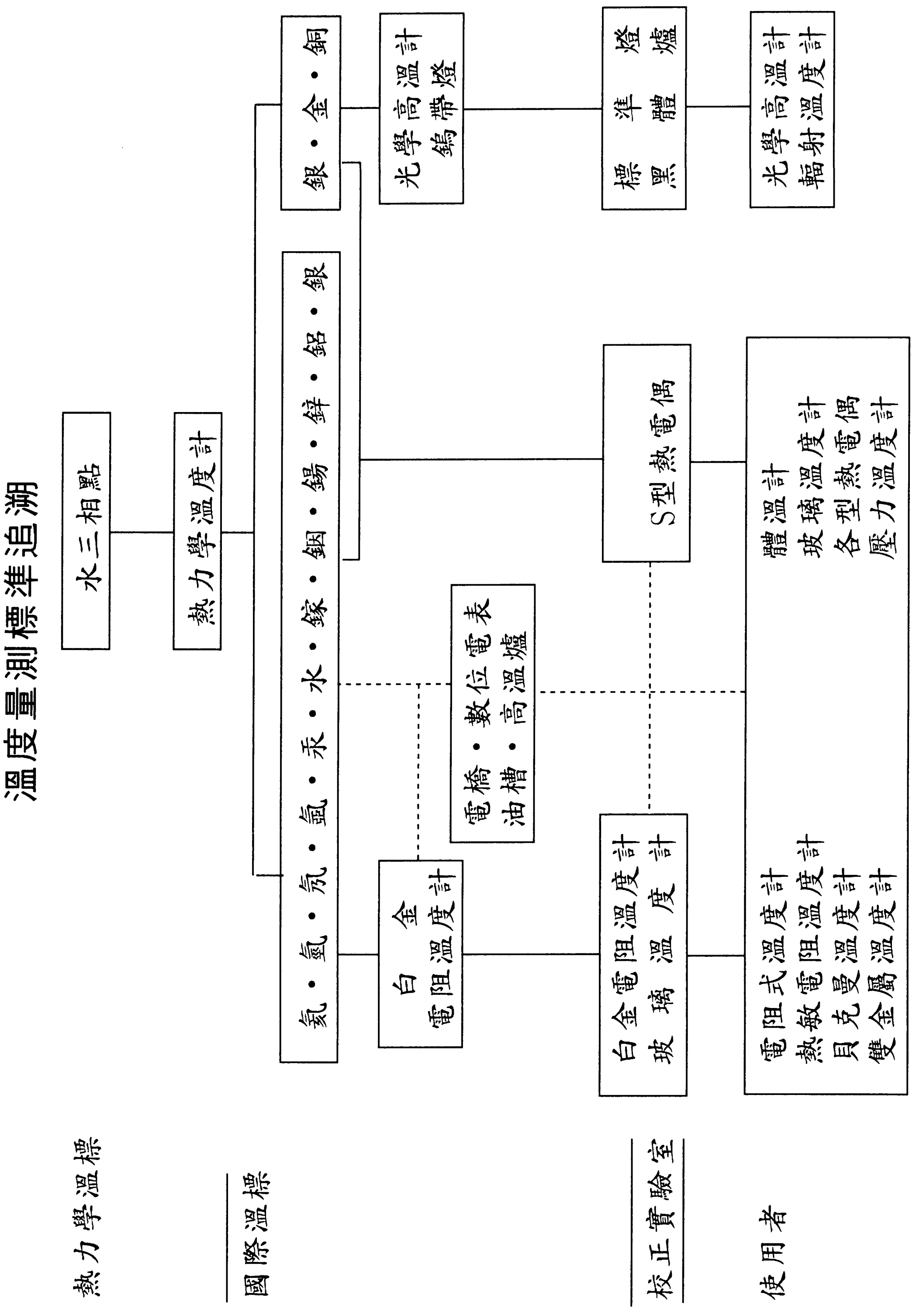
(一)現有技術能力

量測領測	量　測　範　圍	量測領域	量　測　範　圍
長　度	0.15mm～300mm	直流電壓	10nV～100KV
質　量	1mg～30kg	直流電流	1nA～1000A
溫　度	-80℃2300℃	交流電壓	0.5V～1000V (60Hz～1KHz)
力	490N～1960KN (50Kgf～200000Kgf)	交流電流	10mA～20A (60Hz～1MHz)
壓　力	0～441MPa (0～4500Kg/cm^2)	電　容	1pF～1μF(@1KHz)
眞　空	10^{-4}～10^5Pa (10^{-6}～10^{-3}mbar)	電　感	100μF(@100Hz，1KHz)
流　量	0.01～600LPM	電　阻	10-4Ω～10+12Ω
溼　度	8～95%	低頻功率	110V～240V，1A～40A PF＝1.0，0.5(LEAD，LAG)
光輻射	10^{-2}～10nW/sr.nm	低頻電能	110V～240V，1A～5A PF+1.0，0.5(LEAD，LAG)
比壓器	1KV～100KV/10～240V 60Hz	光通量	200～1000 lm
麥克風 靈敏度	20Hz～20KHz	微波功率	0.01～18 GHz 10^{-1}～10 mW
音壓位準	124dB, 250Hz 94dB, 1000Hz	微波散射 參數阻抗	0.045～26.5GHz
黏　度	1～10^5CP	磁通密度	0.05～1.8Wb/m^2
酸鹼度	0～14PH	磁通量	10^{-4}～10Wb
光強度	90～1500cd		

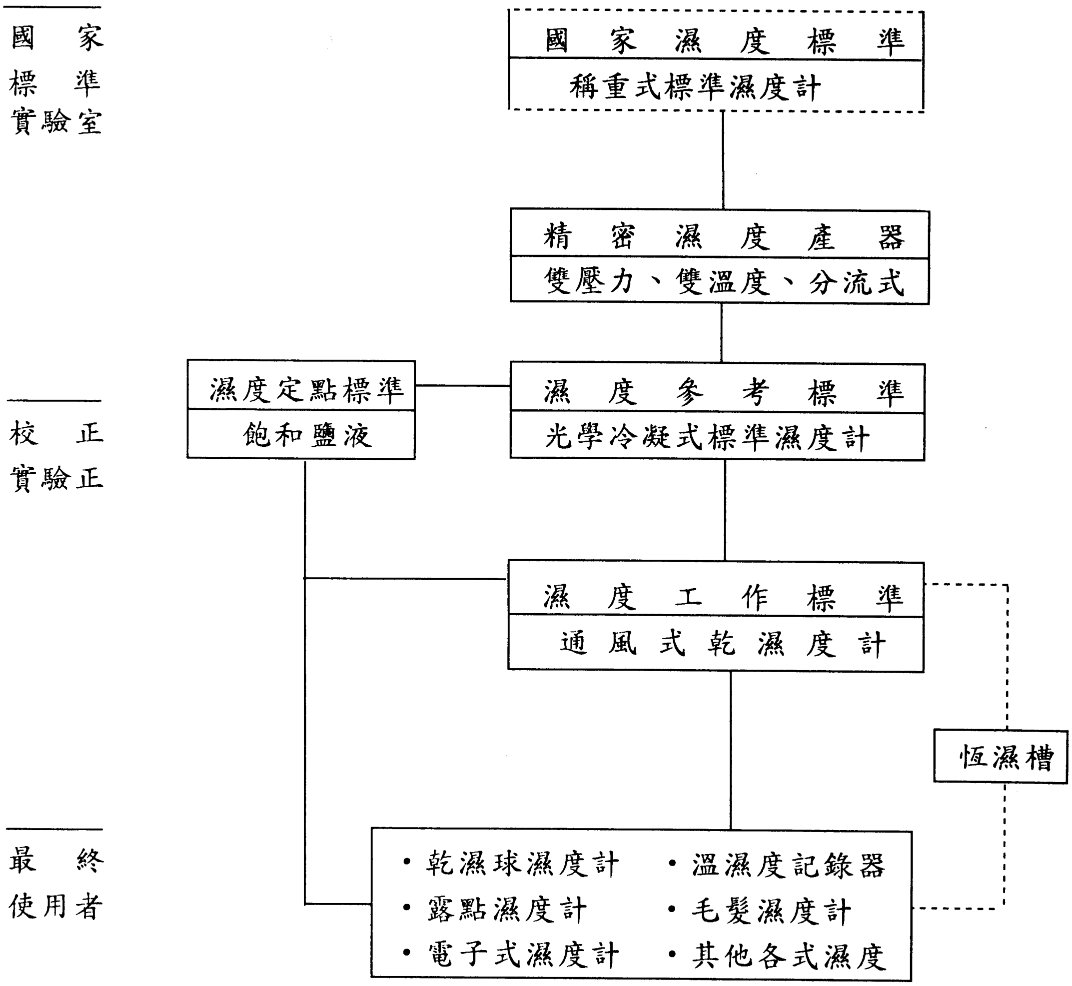
追溯與校正能量

量別	系統名稱	系統能量
溫度	玻璃溫度計	-50℃～300℃ ±0.1℃
	白金電阻溫度計	0℃～442℃ ±0.002℃～±0.01℃
	熱電偶	-50℃～1450℃ ±0.5℃～3℃
	光學高溫計	700℃～2300℃ ±5～10℃
	輻射溫度計	700℃～1500℃ ±8℃

量別	系統能量	系統能量
溼度	相對濕度	8～96%RH，±2%
	露點	-40～20℃，±0.3℃
	溫濕度記錄器	40～95%RH (20～60℃)
	水份	0～30%MC，±0.4%
化學	酸鹼度	0～14pH，±0.01pH
	酸鹼度計 電位校正	1999.9～－1999.9mV ±0.01mV
	黏度計	1～10^3cps±0.4% 10^3～10^4cps±0.6% 10^4～10^5cps±1.0%
	比重計	0.82～1.85


溫度量測標準追溯
熱力學溫標
國際溫標
校正實驗室
使用者
水三相點
熱力學溫度計
氫・氖・氧・氬・汞・水・鎵・銦・錫・鋅・鋁・銀
銀・金・銅
白金電阻溫度計
電橋・數位電表
油槽・高溫爐
光學高溫計
鎢帶燈
白金電阻溫度計
玻璃溫度計
S型熱電偶
標準燈
黑體爐
電阻式溫度計
熱敏電阻溫度計
貝克曼溫度計
雙金屬溫度計
體溫計
玻璃溫度計
各型熱電偶
壓力溫度計
光學高溫計
輻射溫度計

濕度量測標準體系



濕度定點裝置

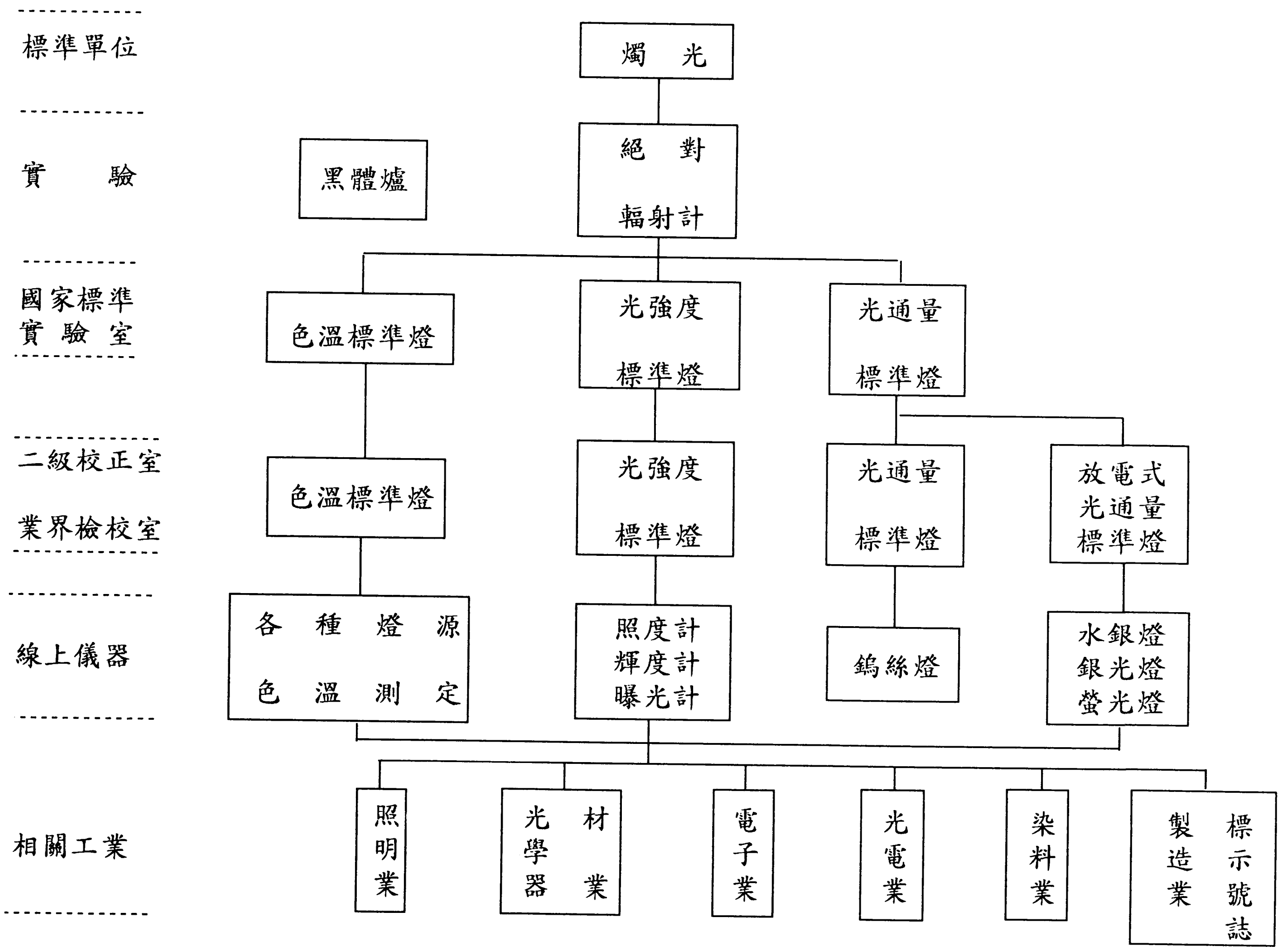
- 調濕監液必須置於一封閉容器(調濕器)中，此容器要有適當的形狀和量可供濕度計作測試
- 調濕器須使用具抗蝕及不吸水材料，易於清理
- 調濕器容量V和其內壁表積S之比值V/S愈小愈好
- 溶液自由表面應儘可能增大；若空氣不作循環時，容器高度不可超過溶液自由表面之最小尺寸
- 溫度控制

組成濕標之鹽類

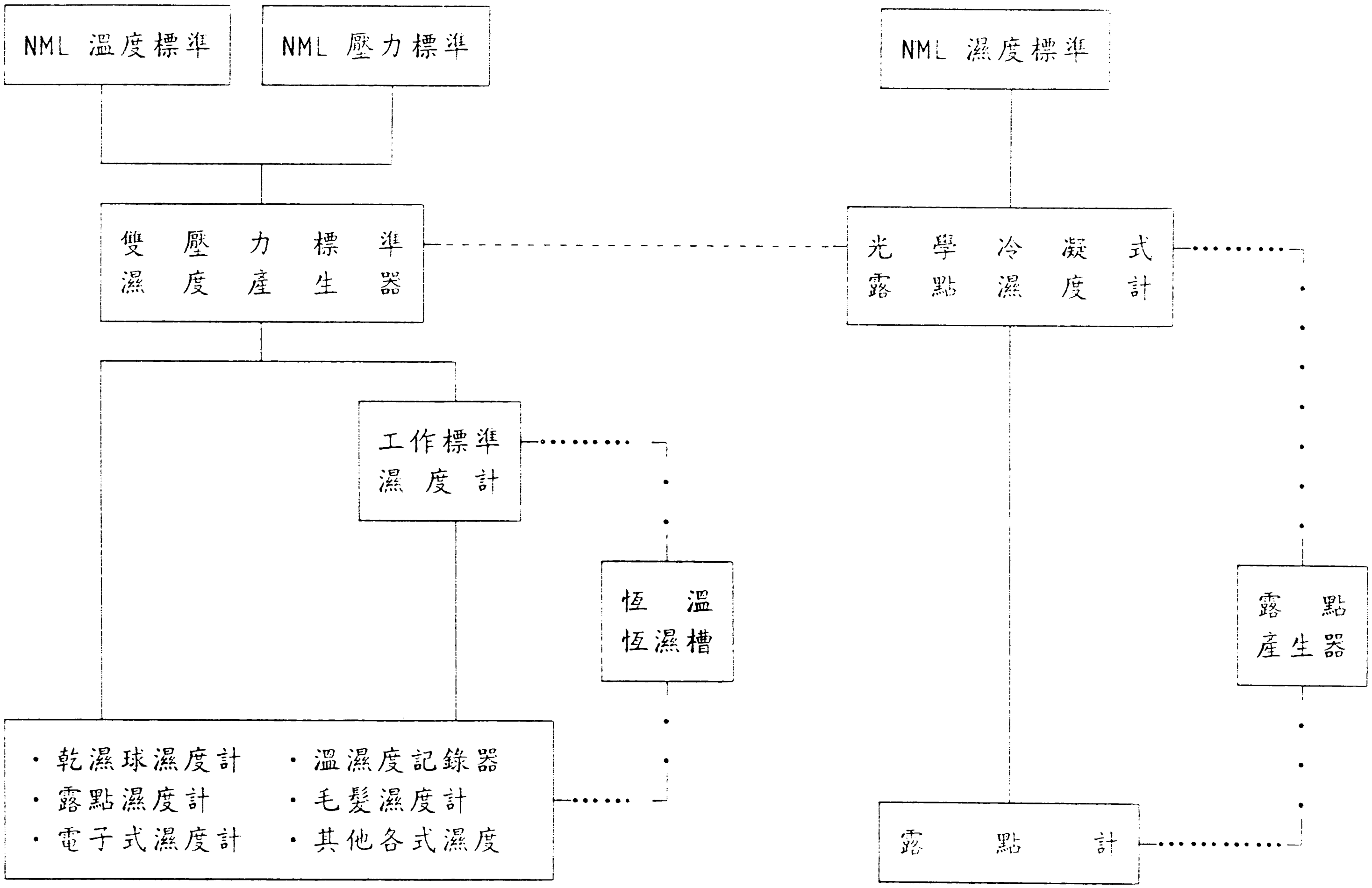
HFP	鹽 類 名 稱	溫度範圍
4	氟 化 銫 CsF	15～80℃
7	溴 化 鋰 LiBr	5～80℃
11	氯 化 鋰 LiCl	5～80℃
23	醋 酸 鉀 CH_3COOK	10～80℃
33	氯 化 鎂 $MgCl_2$	5～80℃
43	碳 酸 鉀 K_2CO_3	5～80℃
59	溴 化 鈉 NaBr	5～80℃
70	碘 化 鉀 K1	5～80℃
75	氯 化 鉀 NaCl	5～80℃
85	氯 化 鉀 KCl	5～80℃
98	硫 酸 鉀 K_2SO_4	5～80℃

光強度與導出量之校正

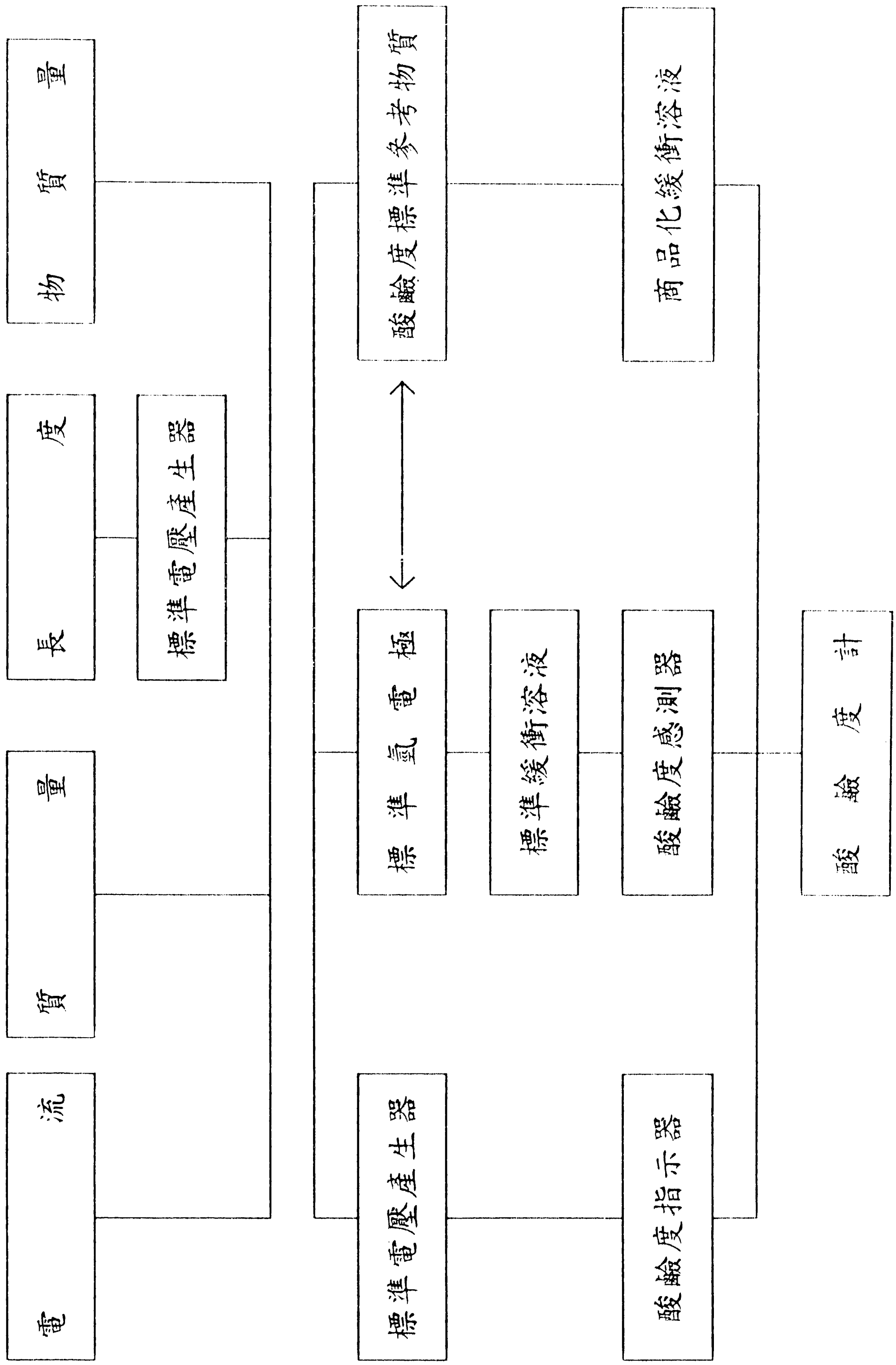
光量測標追溯圖



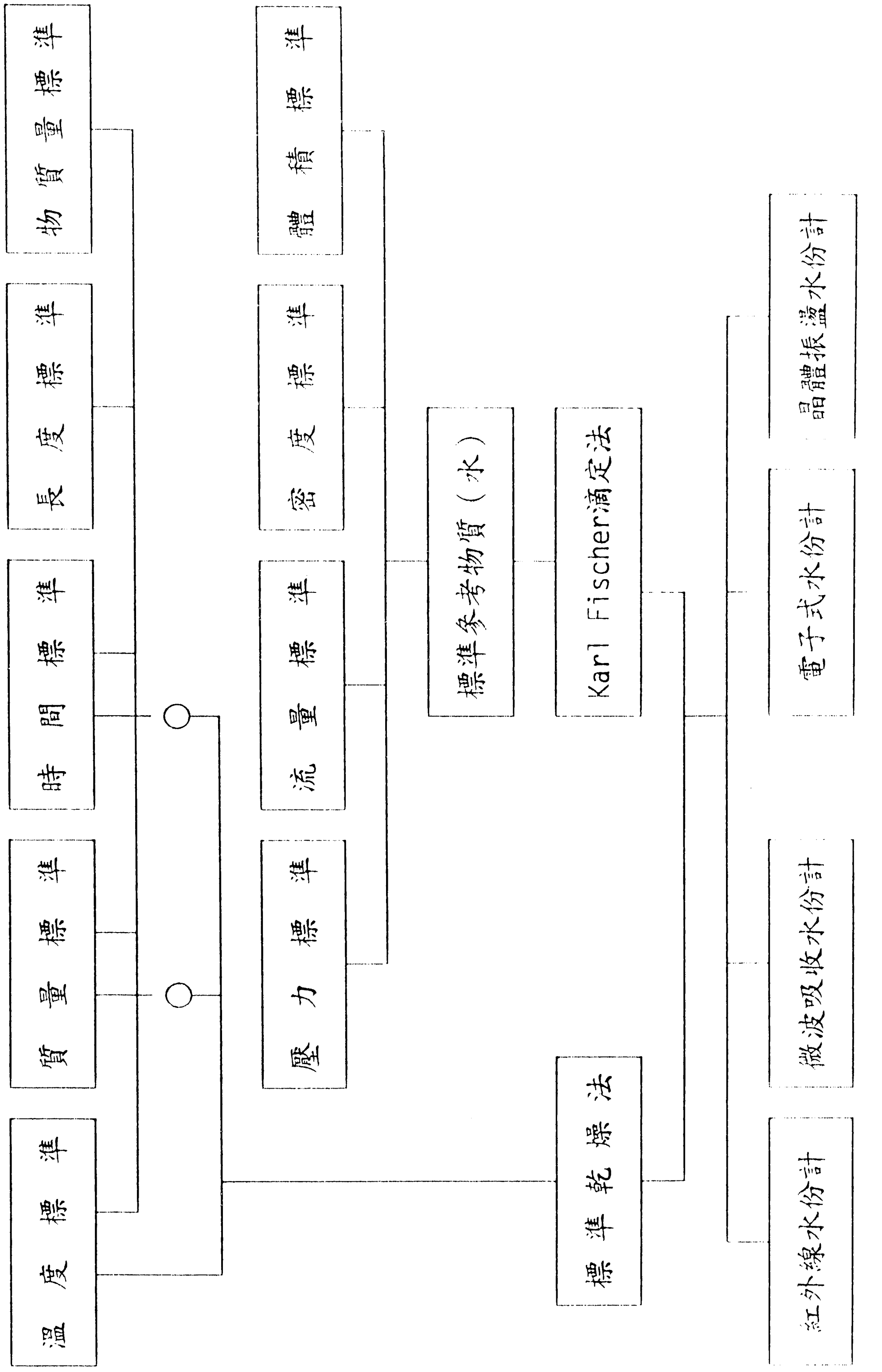
濕度標準追溯圖


NML 溫度標準
NML 壓力標準
NML 濕度標準
雙壓力標準濕度產生器
光學冷凝式露點濕度計
工作標準濕度計
恆溫恆濕槽
露點產生器
露點計
・乾濕球濕度計
・露點濕度計
・電子式濕度計
・溫濕度記錄器
・毛髮濕度計
・其他各式濕度

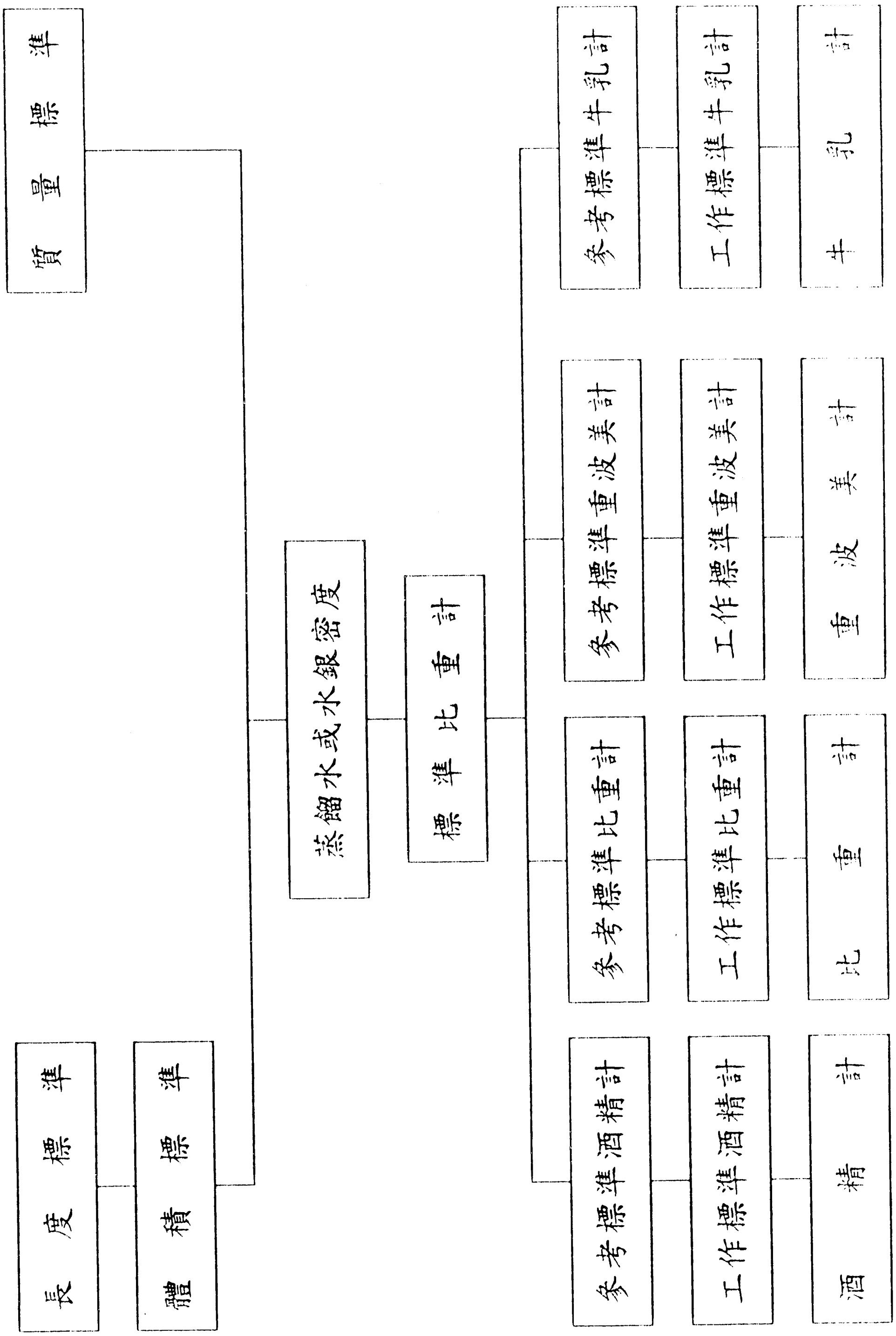
酸鹼度標準溯圖


電流
質量
長度
物質量
標準電壓產生器
標準電壓產生器
標準氫電極
酸鹼度標準參考物質
標準緩衝溶液
酸鹼度指示器
酸鹼度感測器
商品化緩衝溶液
酸鹼度計

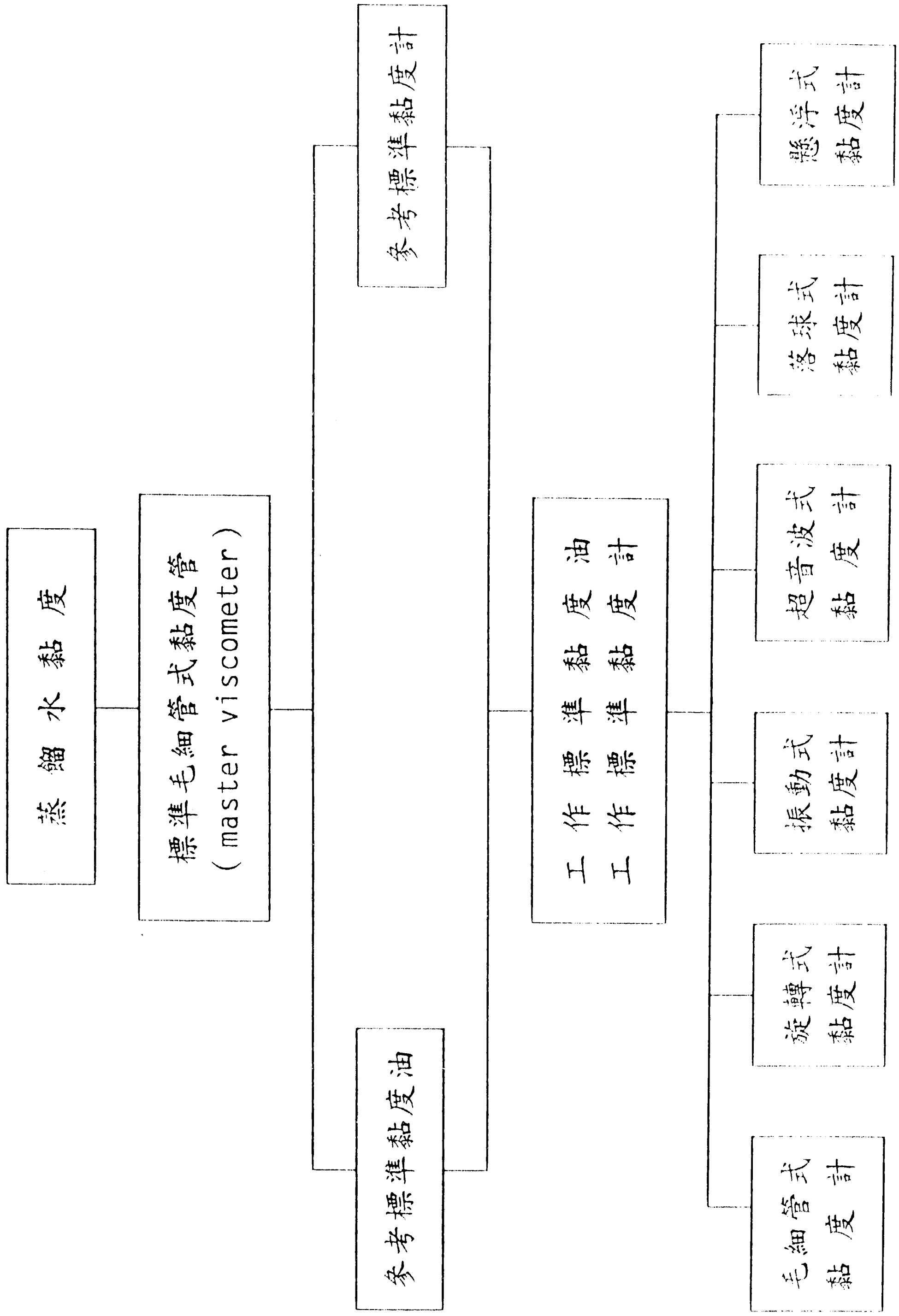
水份量測標準追溯圖


溫度標準
質量標準
時間標準
長度標準
物質量標準
壓力標準
流量標準
密度標準
體積標準
標準參考物質（水）
Karl Fischer滴定法
標準乾燥法
紅外線水份計
微波吸收水份計
電子式水份計
晶體振盪水份計

比重標準追溯圖


質量標準
長度標準
體積標準
蒸餾水或水銀密度
標準比重計
參考標準牛乳計
工作標準牛乳計
牛乳計
參考標準重波美計
工作標準重波美計
重波美計
參考標準比重計
工作標準比重計
比重計
參考標準酒精計
工作標準酒精計
酒精計

黏度校正追溯圖

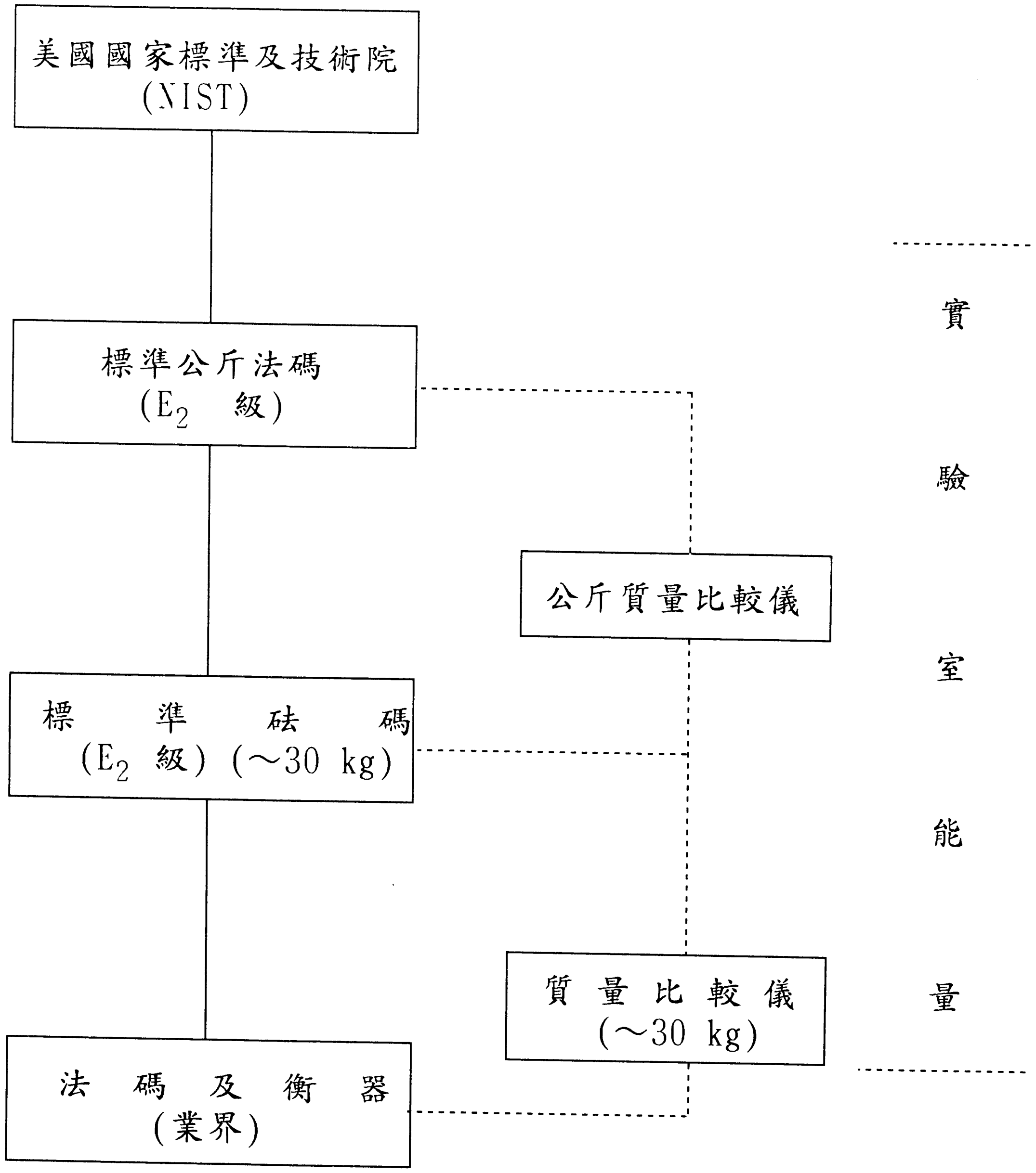

蒸餾水黏度
標準毛細管式黏度管
(master viscometer)
參考標準黏度計
參考標準黏度油
工作標準黏度油
工作標準黏度計
懸浮式黏度計
落球式黏度計
超音波式黏度計
振動式黏度計
旋轉式黏度計
毛細管式黏度計

質量量測能量

系統名稱	標準件	量測儀器		系統	服務項目
	範圍／等級	名稱	量測範圍	不確定度	
公斤質量	1kg／E_2 級	公斤質量比較儀	1 kg	± 9 μg	E_2級砝級
小質量	1mg～1kg／E_2 級	微量天平	1 mg～3 g	± 7 μg	E_2、F級砝碼
		單盤電子式比較儀	1 mg～200mg	±34 μg	
		單盤機械式比較儀	1 mg～1 kg	±50 μg	
大質量	1kg～10kg／E_2級	等臂式質量比較儀	1 kg～30 kg	±20 mg	E_2、F級砝級

★技術諮詢請撥：(035)721321轉233或214　　連絡人：黃美雪

質量標準追溯圖

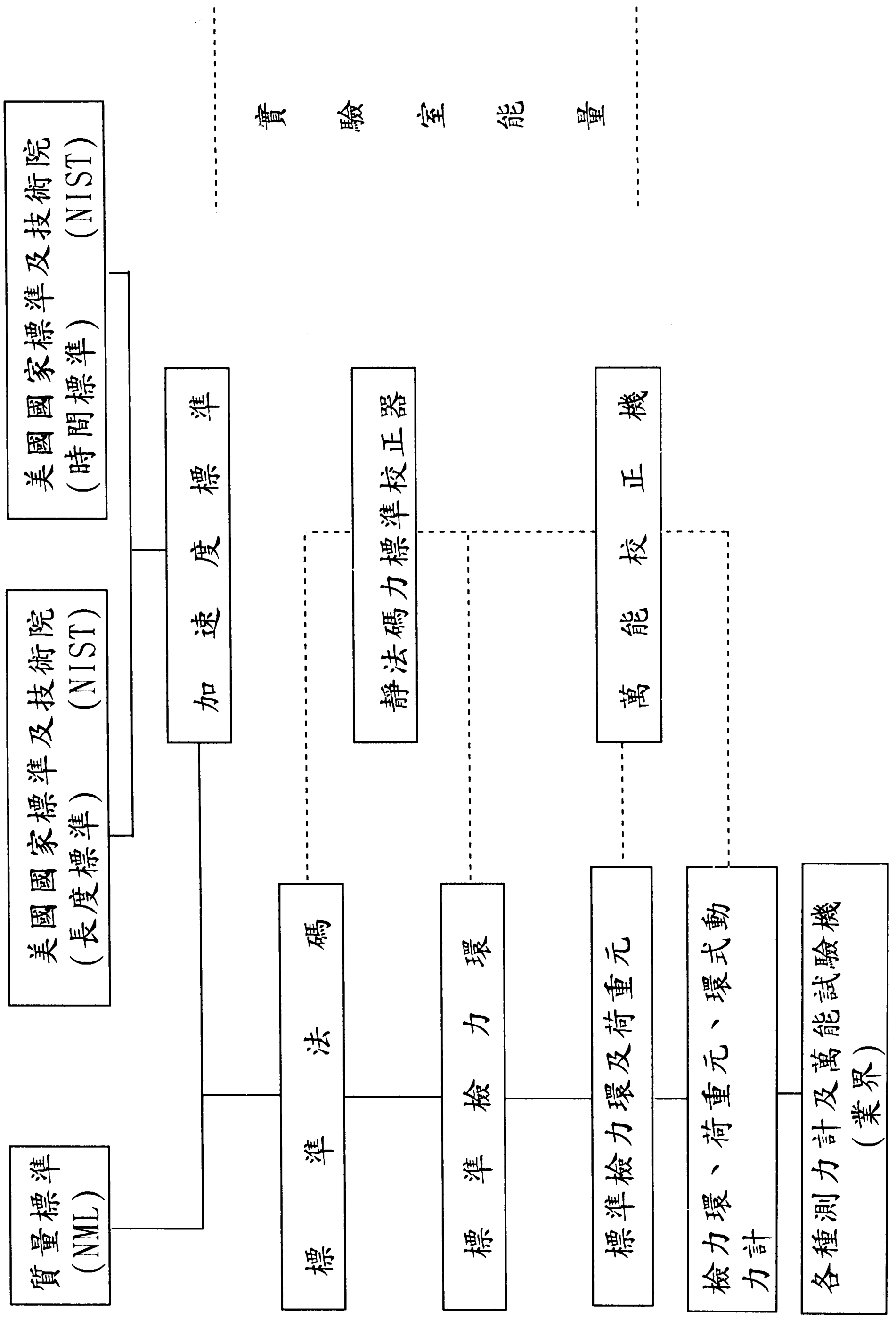

美國國家標準及技術院
(NIST)
標準公斤法碼
(E2 級)
公斤質量比較儀
標 準 砝 碼
(E2 級) (~30 kg)
質 量 比 較 儀
(~30 kg)
法 碼 及 衡 器
(業界)
實
驗
室
能
量

力量測能量

系統名稱	標準件	量測範圍	系統不確定度	服務項目
靜砝碼力標準校正儀	法碼	490N～4.9kN (50～500Kgf)	±0.005%	各式測力器
萬能校正機	檢力環	1140N～490kN (116～50，000Kgf)	±0.02%	檢力環 荷重元 環式動力計
		431N～444.5kN (44～45360Kgf)	±0.05%	

★技術諮詢請撥：(035)721321轉242或245　　連絡人：阮德昌

力量標準追溯圖

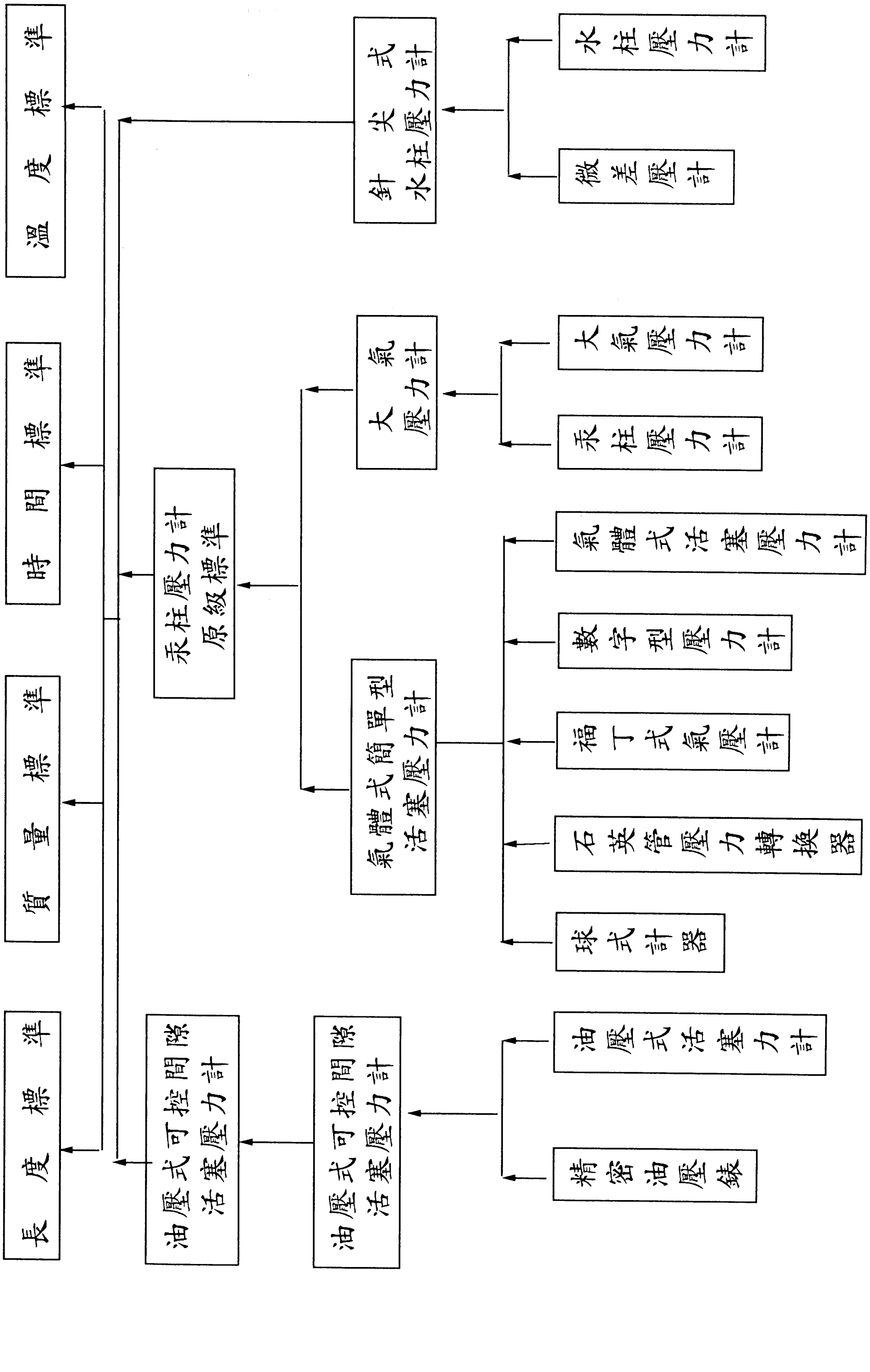

美國國家標準及技術院
（長度標準） （NIST）
美國國家標準及技術院
（時間標準） （NIST）
質量標準
（NML）
加速度標準
靜法碼力標準校正器
萬能校正機
實驗室能量
標準法碼
標準檢力環
標準檢力環及荷重元
檢力環、荷重元、環式動力計
各種測力計及萬能試驗機
（業界）

壓力量測能量

系統名稱	量　測　範　圍	系統不確定度	服　務　項　目
液壓原級校正系統	10～4500Kg/cm^2	46～153ppm	• 可控間隙活塞壓力計 • 活塞壓力計
液　壓　校正系統	0.6～2040Kg/cm^2	65～150ppm	• 活塞壓力計 • 壓力轉換器
氣　壓　校正系統	0.014～52KG//cm^2	66～90ppm	• 活塞壓力計 • 壓力轉換器
水柱壓校正系統	0～600mmH_2O	0.08mmH_2O	• 水柱壓力計 • 斜管式壓力計
大氣壓校正系統	0～790mmH_2O	0.06mmHg	• 大氣壓力計 • 壓力轉換器

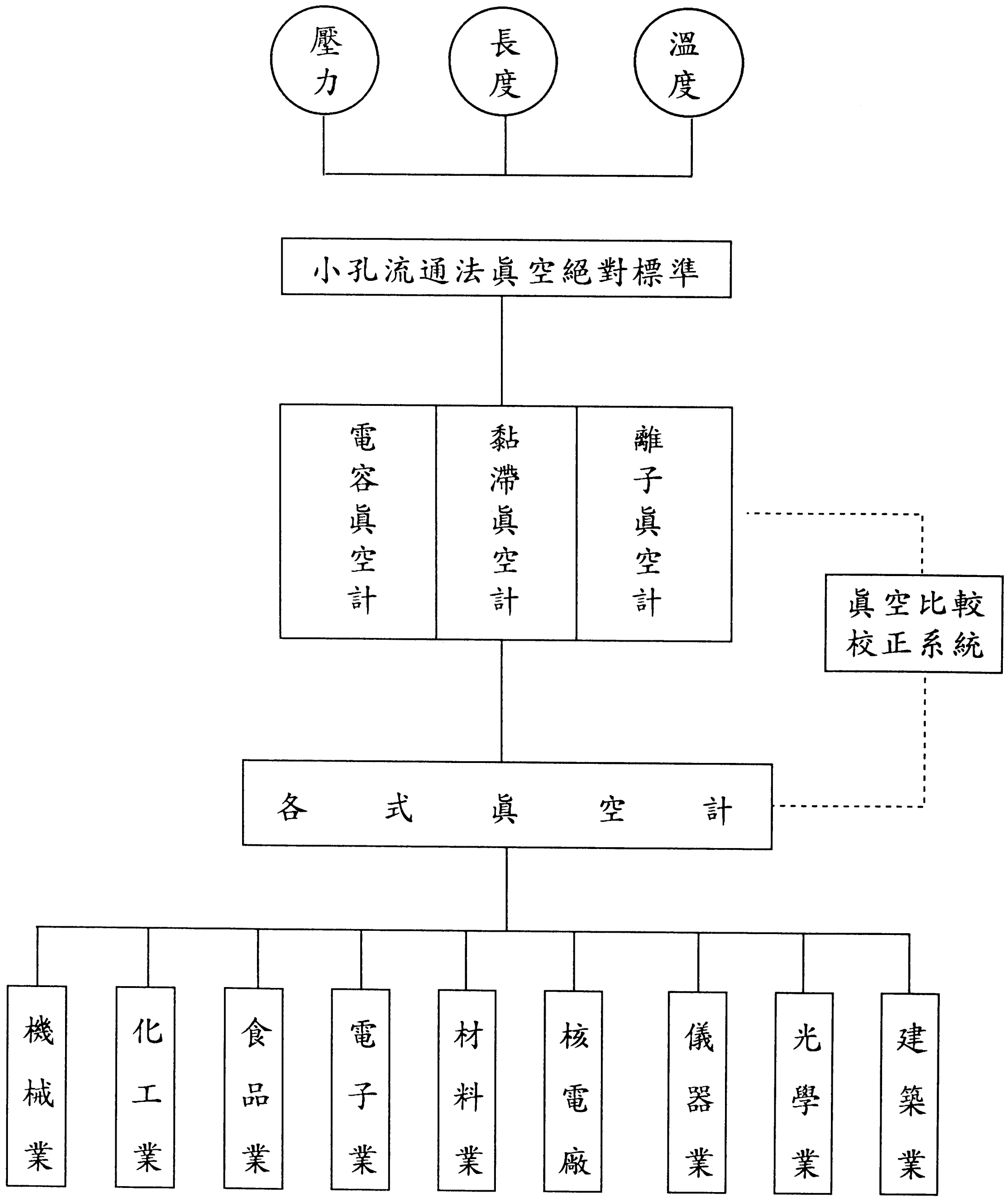
★技術諮詢請撥：(035)721321轉256或257

連絡人：楊志宏先生

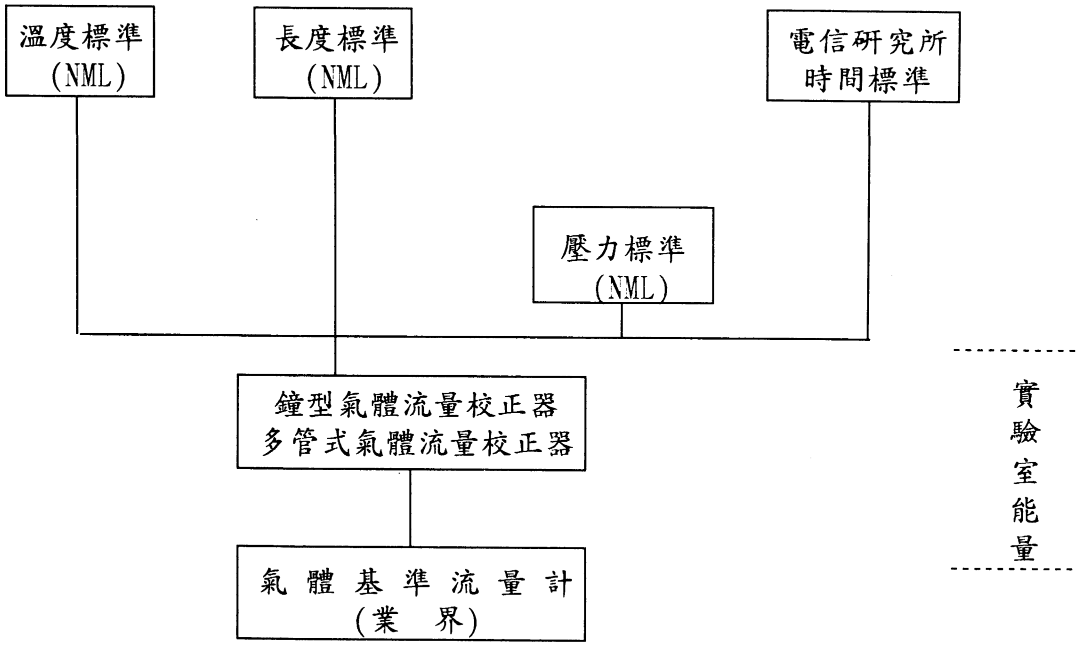

溫度標準
時間標準
質量標準
長度標準
針尖式水柱壓力計
汞柱壓力計原級標準
大氣壓力計
氣體式筒單型活塞壓力計
油壓式可控間隙活塞壓力計
油壓式可控間隙活塞壓力計
水柱壓力計
微差壓計
大氣壓力計
汞柱壓力計
氣體式活塞壓力計
數字型壓力計
福丁式氣壓計
石英管壓力轉換器
球式計器
油壓式活塞力計
精密油壓錶

壓力標準追溯體系

眞空標準追溯圖


壓力
長度
溫度
小孔流通法眞空絕對標準
電容眞空計
黏滯眞空計
離子眞空計
眞空比較校正系統
各式眞空計
機械業
化工業
食品業
電子業
材料業
核電廠
儀器業
光學業
建築業

流量標準追溯圖

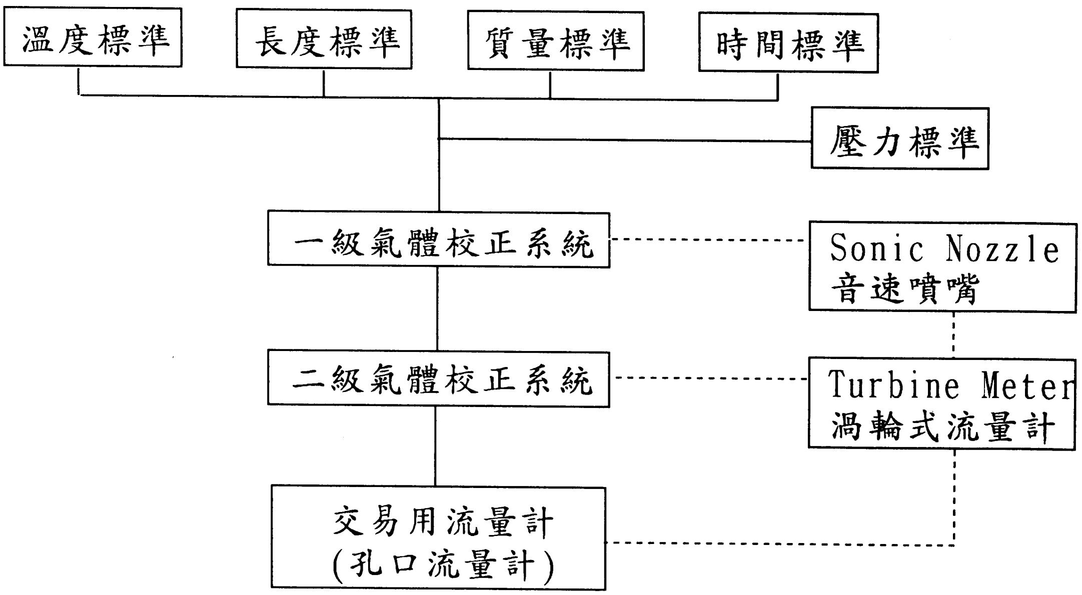


流量量測能量

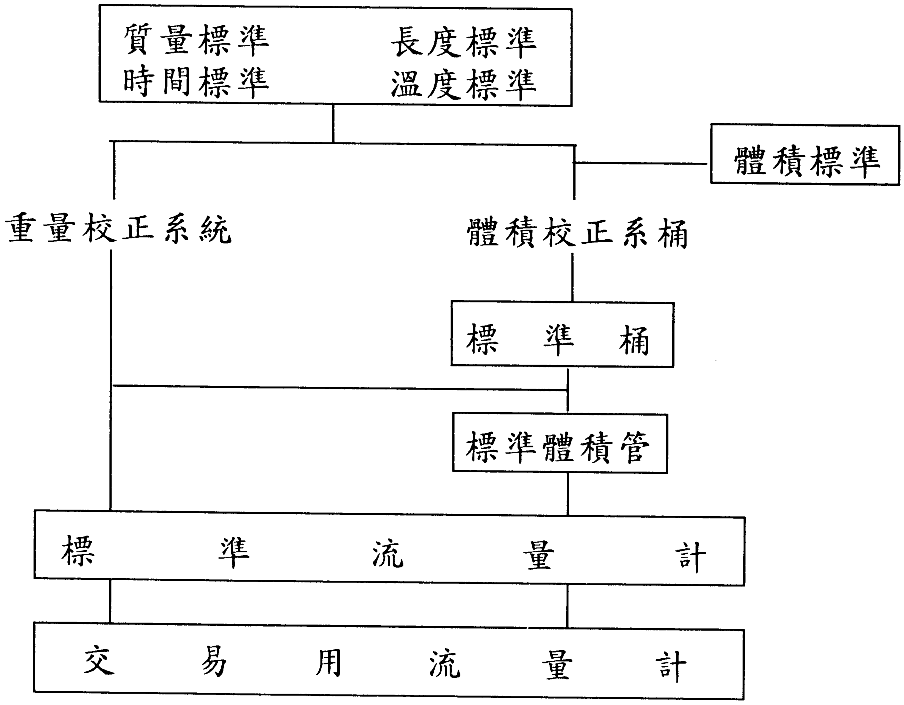
系統名稱	校正範圍	系統不確定度	服務項目
多管式流量校正器	0.01公升／分鐘 | 24公升／分鐘	±0.2%	各型微量氣體流量計
鐘型小流量校正器	6公升／分鐘 | 60公升／分鐘	±0.4%	濕式瓦斯基準流量計 乾式瓦斯基準流量計 浮沉式氣體流量計
鐘型中流量校正器	6公升／分鐘 | 600公升／分鐘	±0.4%	濕式瓦斯基準流量計 乾式瓦斯基準流量計 浮沉式氣體流量計

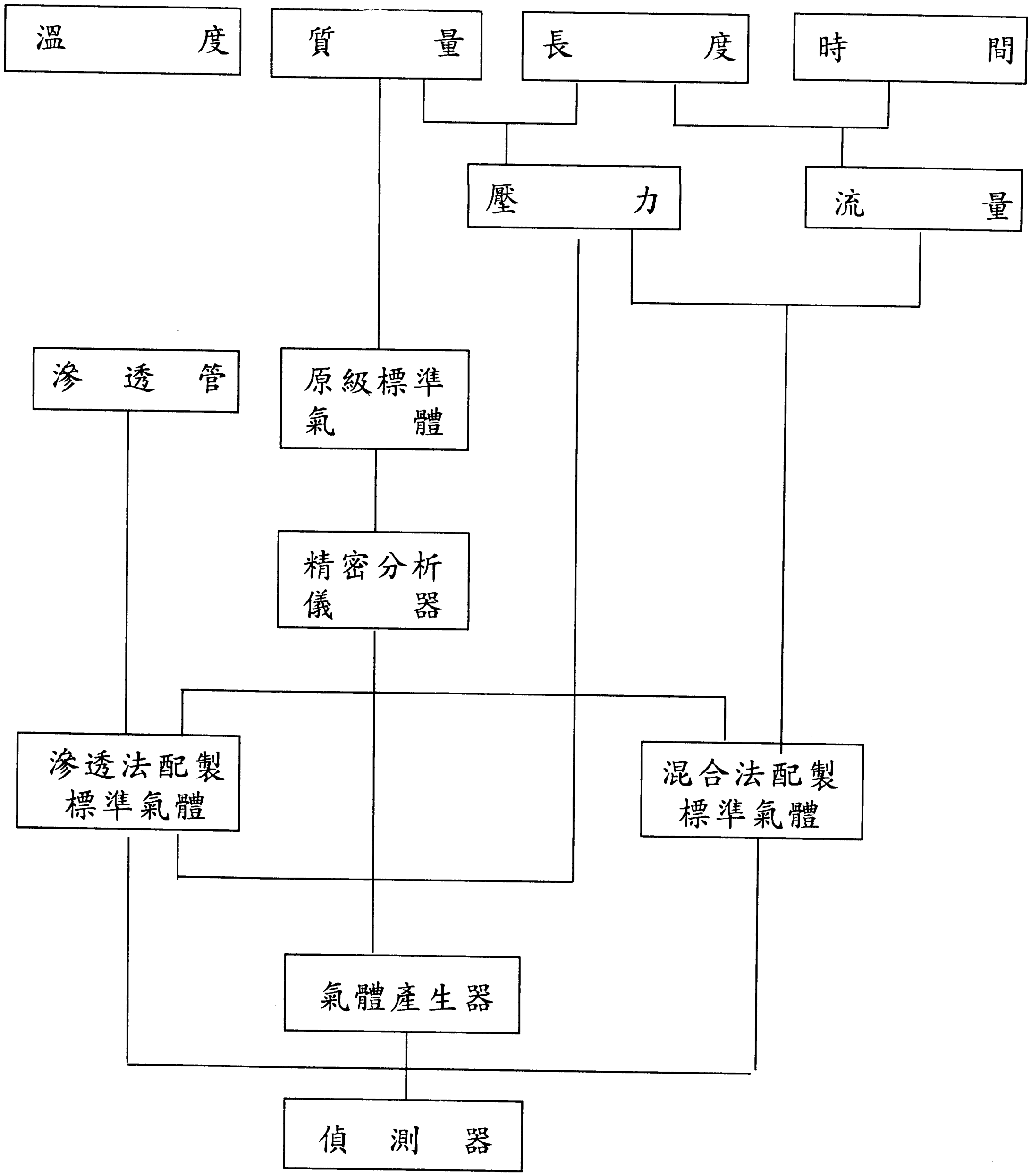
＊技術諮詢請撥：(035)721321轉2434或256　連絡人：蕭俊豪

氣體校正追溯體系



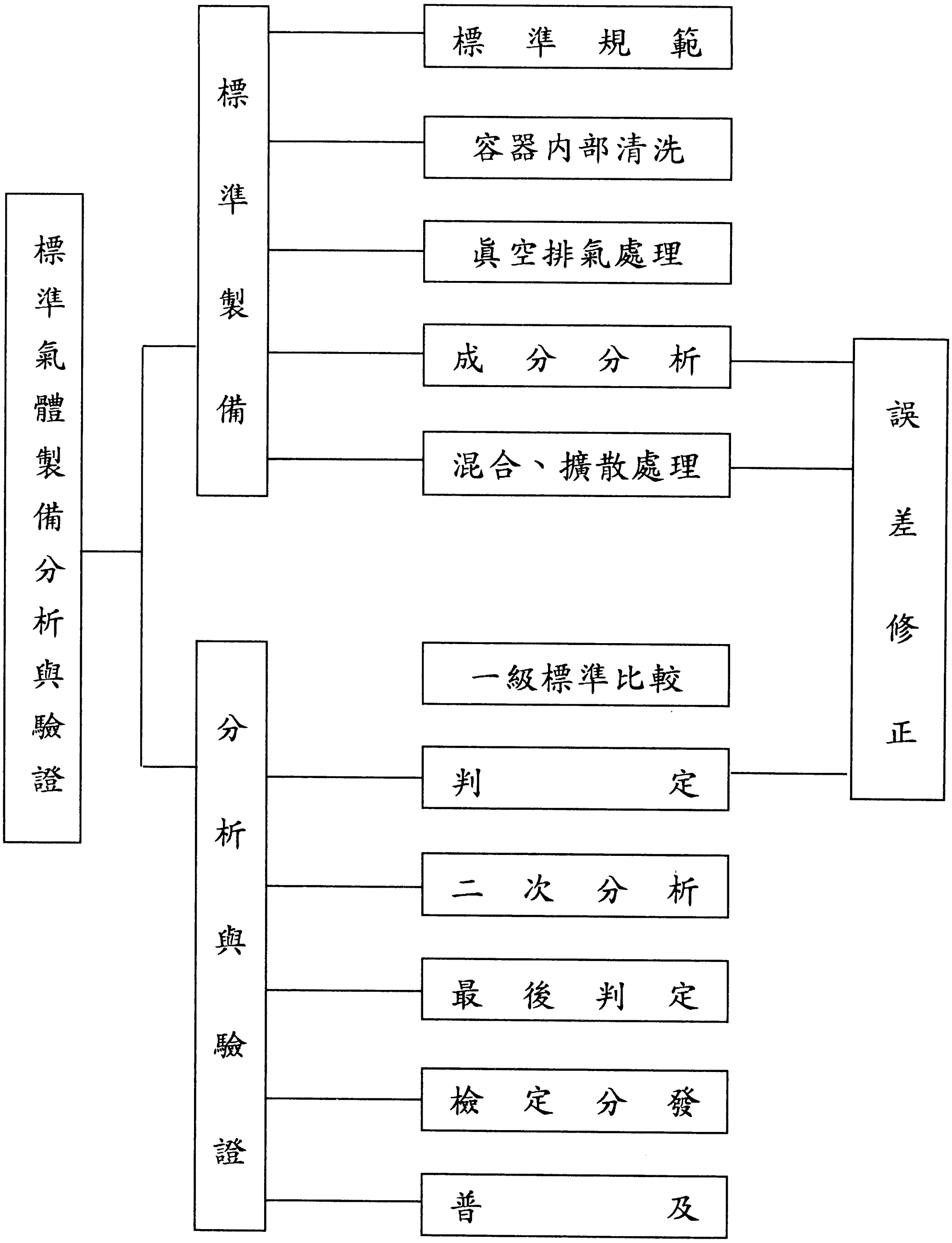
液體流量計標準之追溯體系

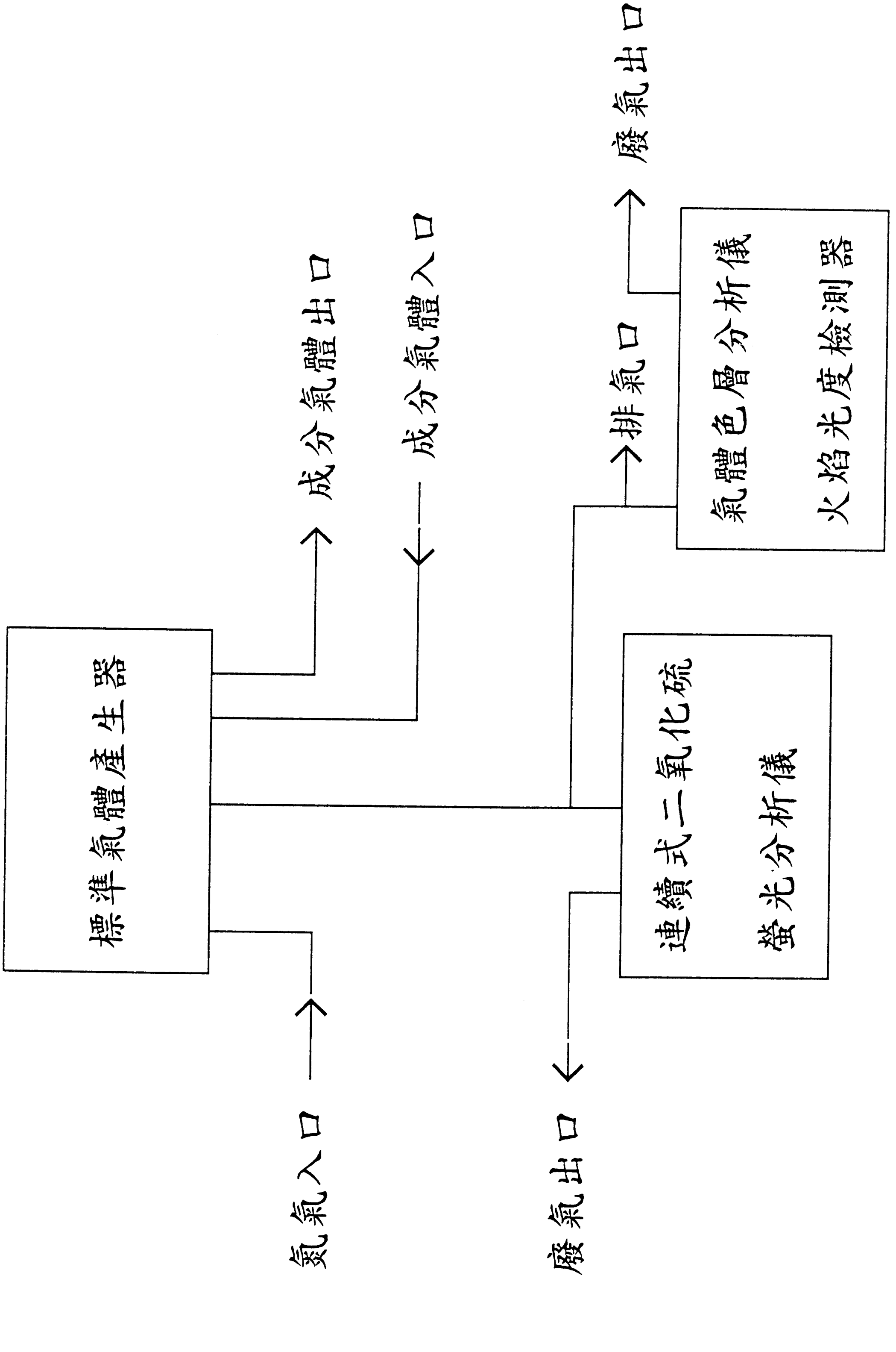




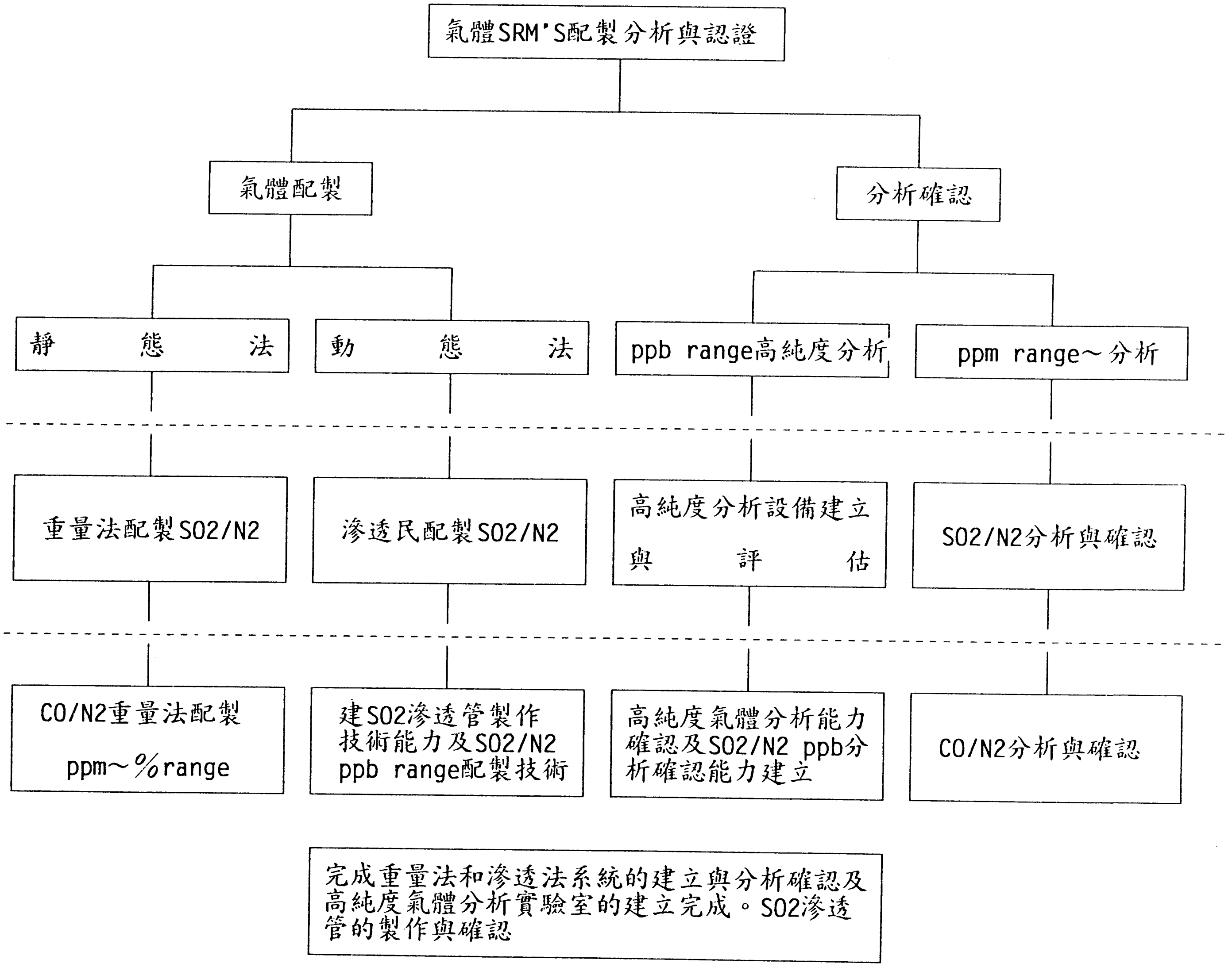
動態標準氣體校正追溯圖

標準氣體製備與驗證程序

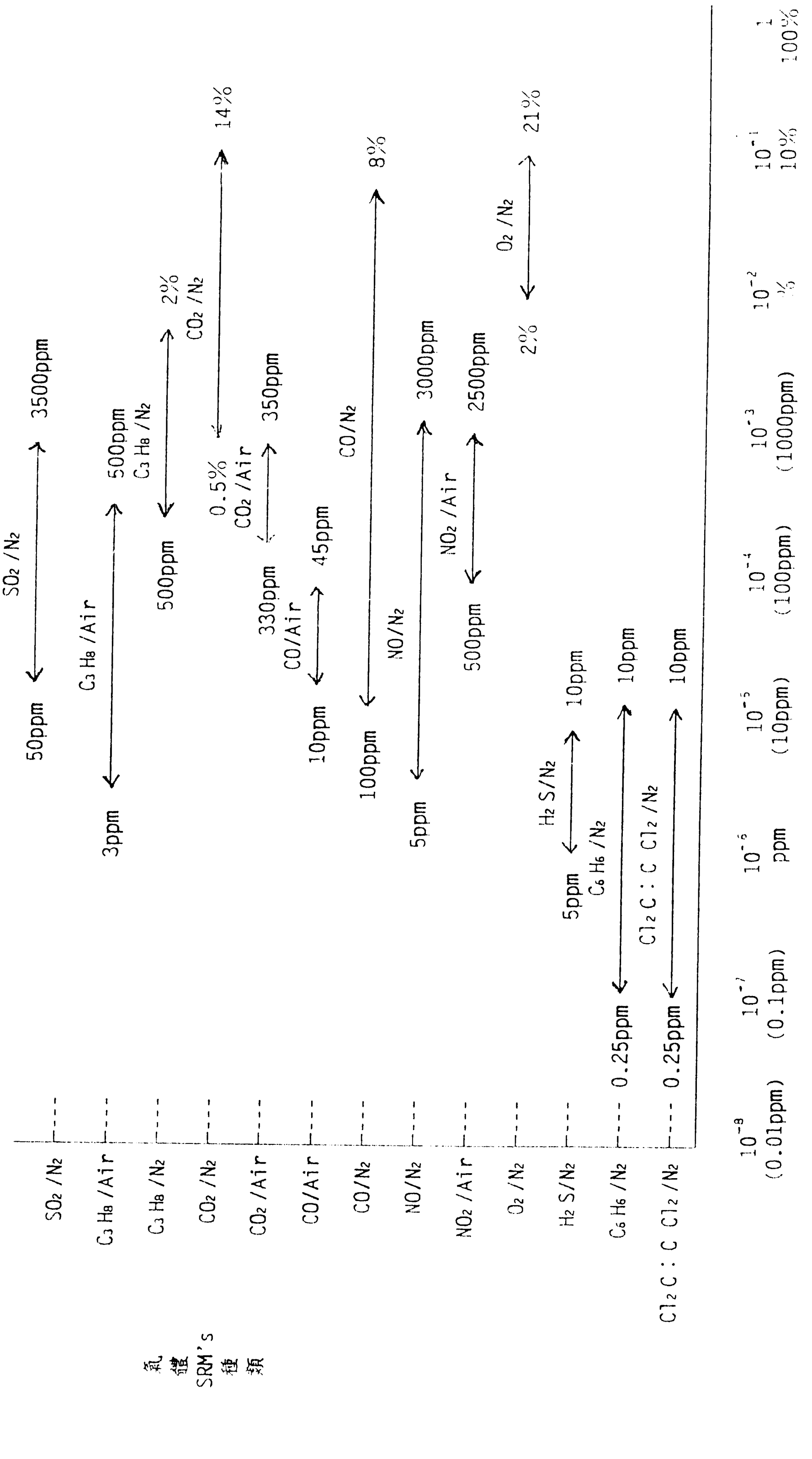




標準氣體產生器測試校正系統

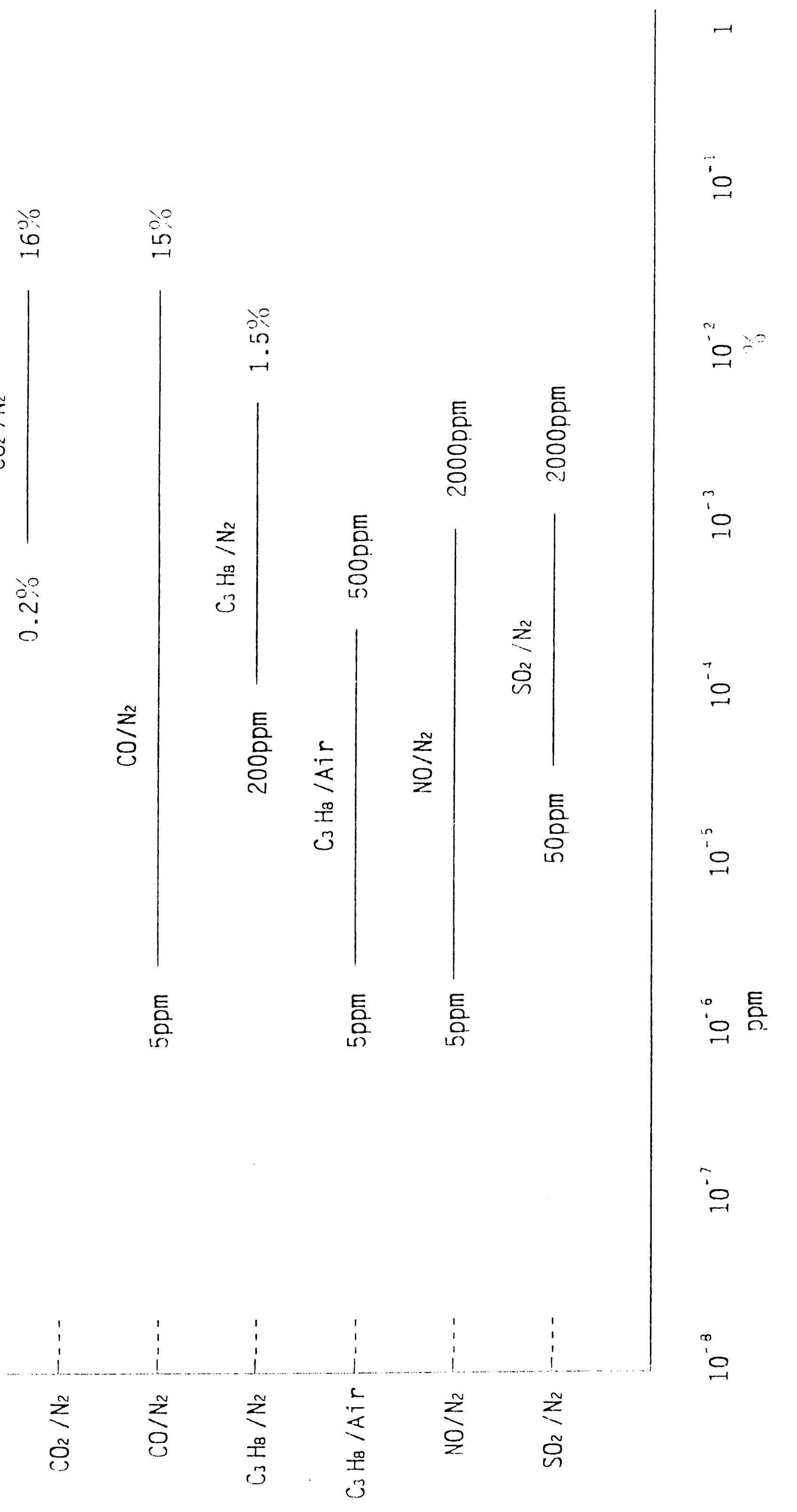


標準氣體配製分析與確認

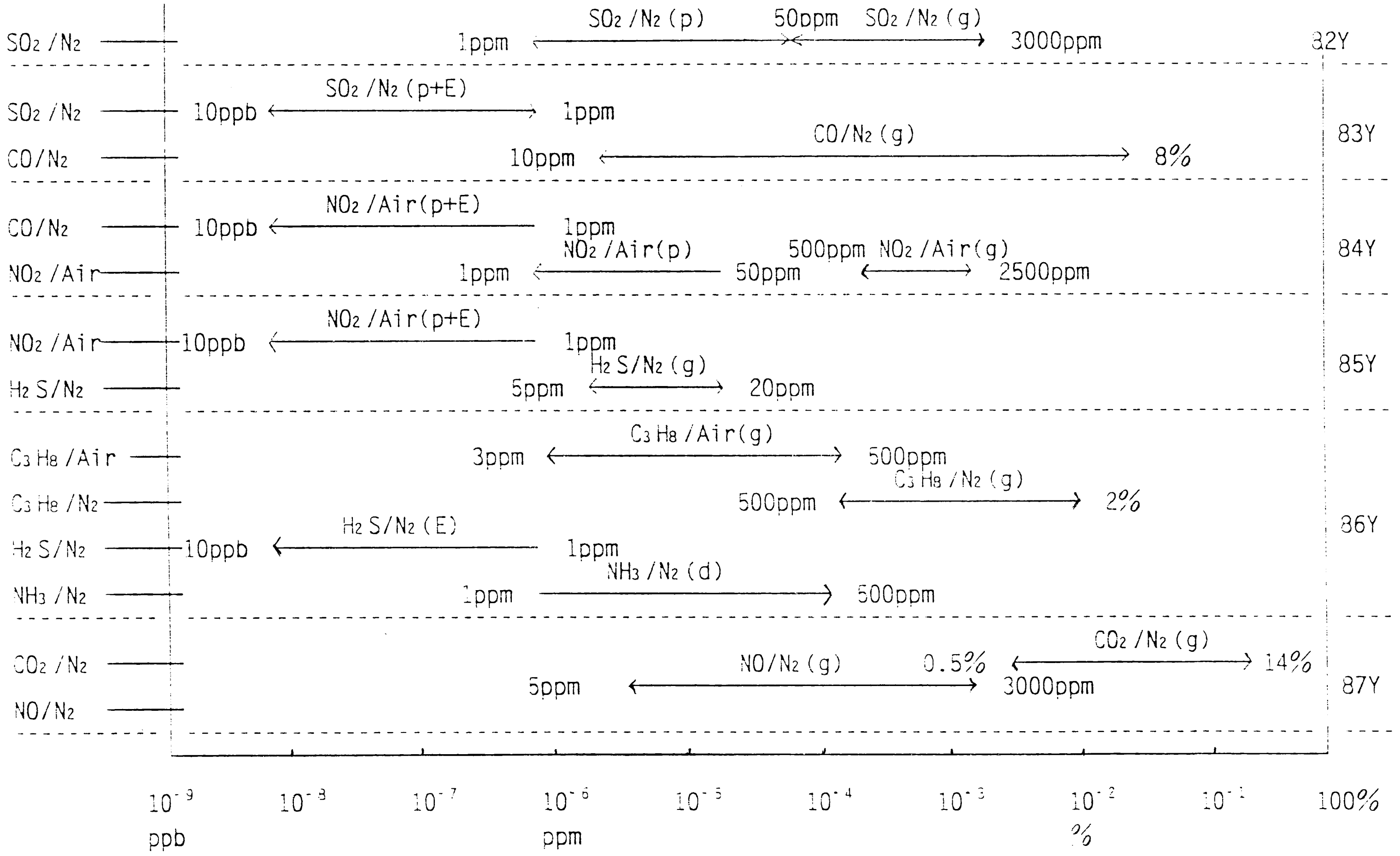


美國NIST氣體SRM's供應種類與濃度範圍*

*除H_2S/N_2,C_6H_6/N_2,$Cl_2C\ CCl_2/N_2$為二種濃度外其餘皆三種範圍以上



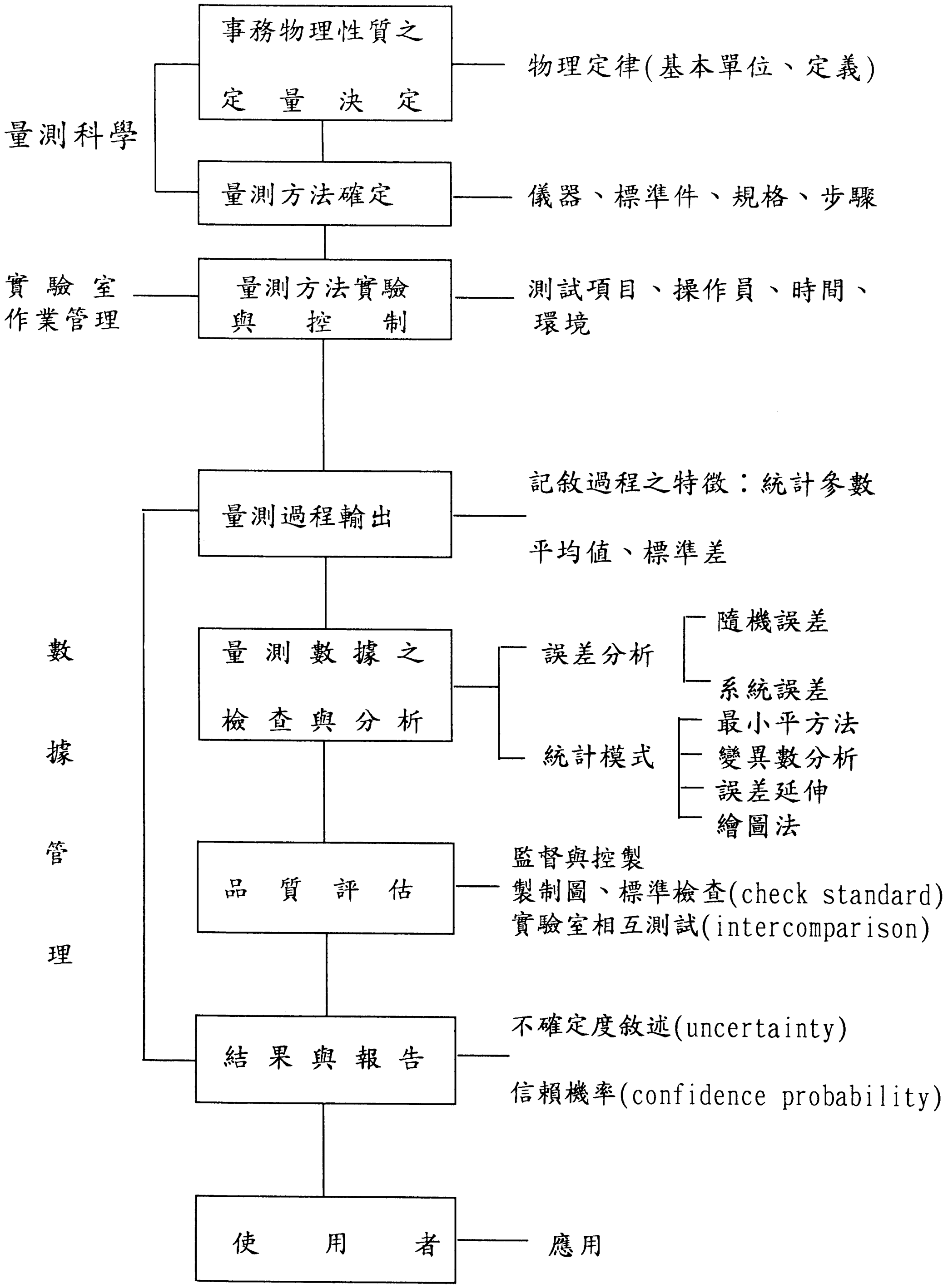
日本氣體 SRM's供應種類與濃度範圍

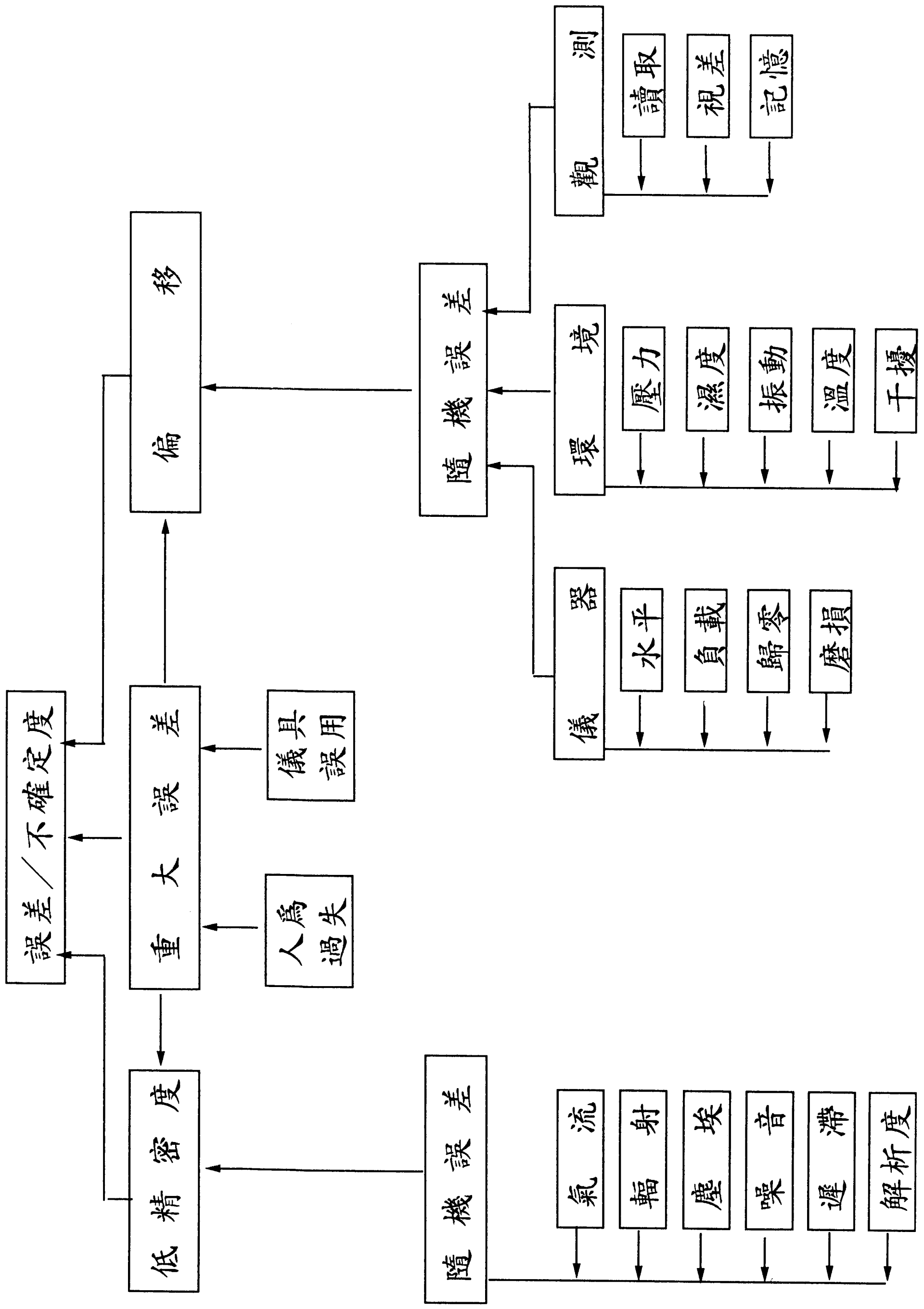


量測中心氣體SPM'S配製種類與範圍

g：重量法　　p：滲透法　　E：稀釋法　　d：擴散法

肆、量測與誤差分析


事務物理性質之
定　量　決　定
物理定律(基本單位、定義)
量測科學
量測方法確定
儀器、標準件、規格、步驟
實驗室
作業管理
量測方法實驗
與　控　制
測試項目、操作員、時間、
環境
量測過程輸出
記敘過程之特徵：統計參數
平均值、標準差
數據管理
量測數據之
檢查與分析
誤差分析
隨機誤差
系統誤差
統計模式
最小平方法
變異數分析
誤差延伸
繪圖法
品質評估
監督與控製
製制圖、標準檢查(check standard)
實驗室相互測試(intercomparison)
結果與報告
不確定度敘述(uncertainty)
信賴機率(confidence probability)
使用者
應用


誤差／不確定度
偏移
重大誤差
低精密度
人為過失
儀具誤用
隨機誤差
隨機誤差
觀測
讀取
視差
記憶
環境
壓力
濕度
振動
溫度
干擾
儀器
水平
負載
歸零
磨損
氣流
輻射
塵埃
噪音
遲滯
解析度

量測誤差分類

1. 系統性誤差(Systematic errors)來源

⑴標準件不準度

⑵讀值誤差

- 儀表解析度
- 視差
- 選值

⑶老化漂移

⑷量測方法改變或錯誤

⑸搬運影響

⑹接地不良

⑺儀器散熱

⑻數據運算方法錯誤

⑼儀器使用不當

2. 隨機性誤差(Random errors)來源

⑴環境因素變化

- 溫度
- 電磁干擾
- 濕度
- 氣壓
- 電源
- 人員動態
- 振動

⑵漂移

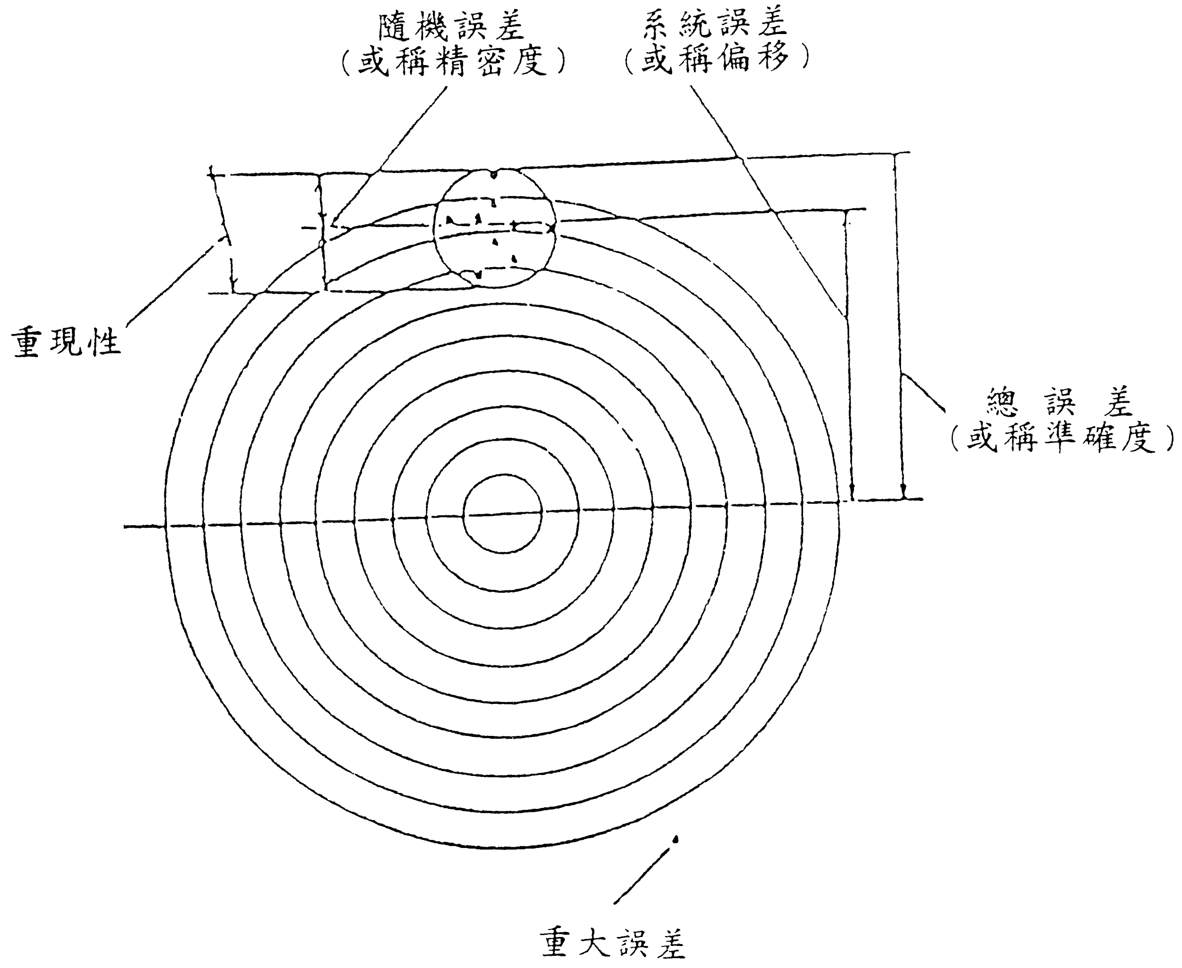
⑶數據誤填，運算錯誤

⑷操作技術不熟練

⑸重複性不良

⑹量測過程不一致

量測誤差來源分析



圖三 準確與誤差

量測不確定度

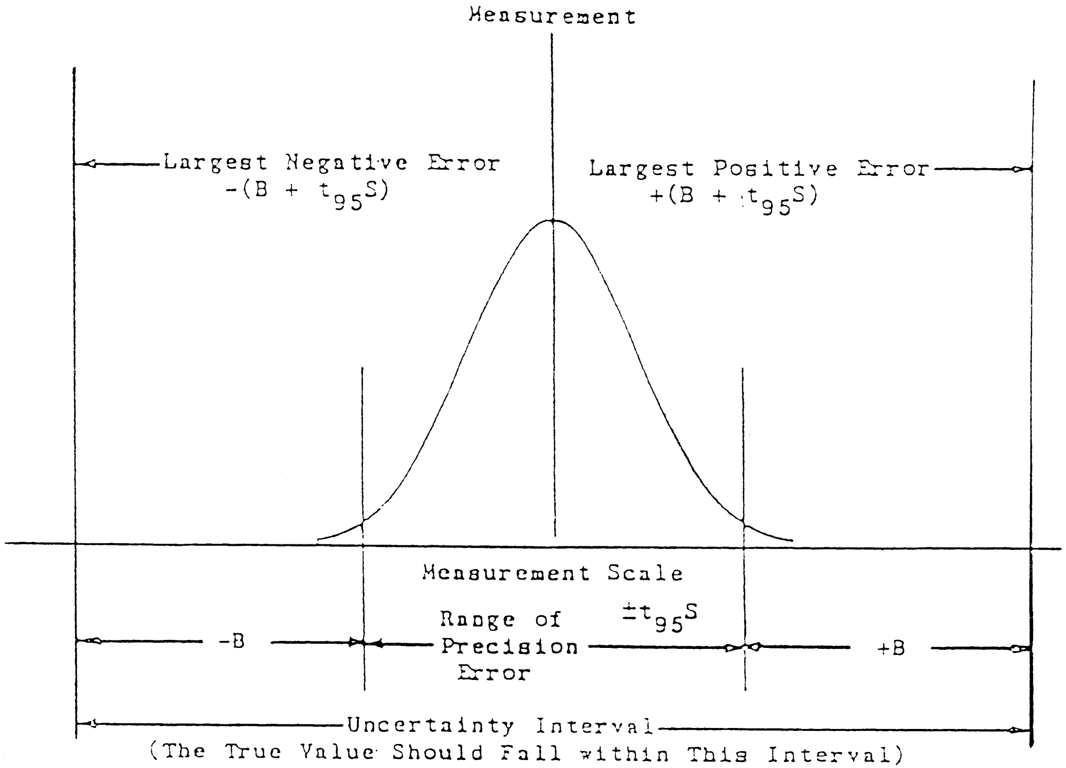
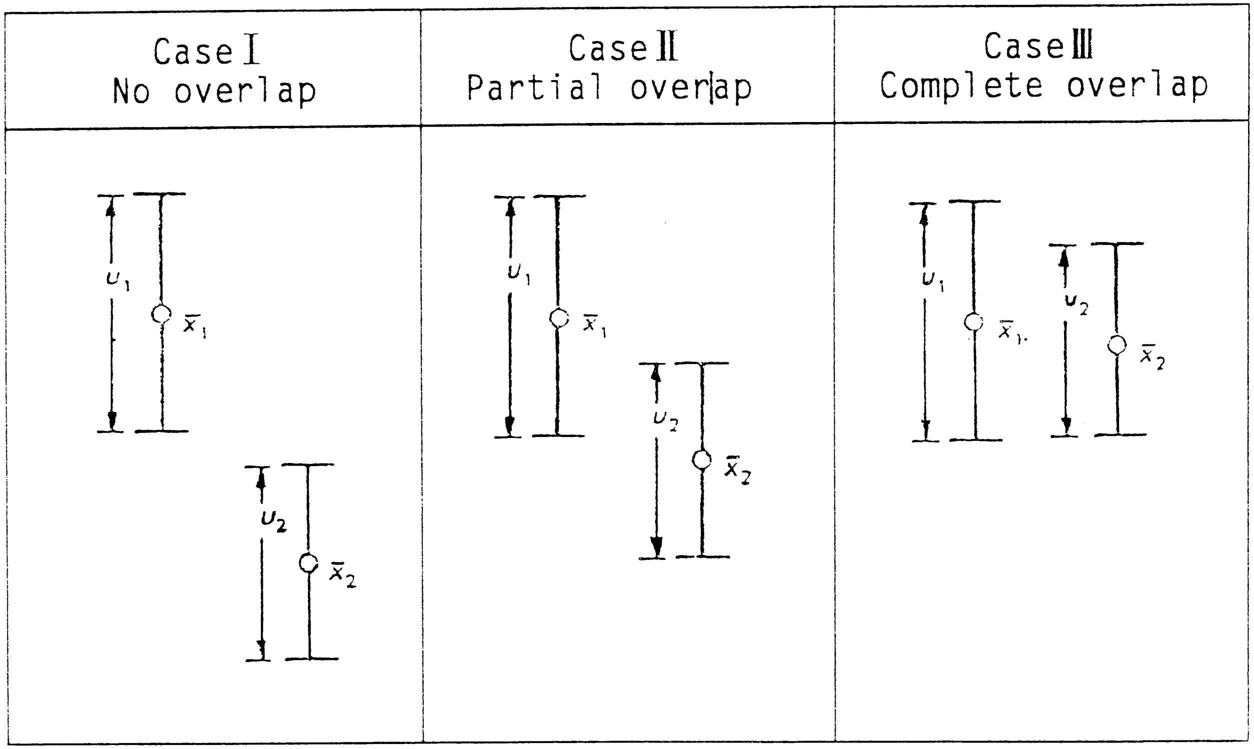


Fig. 1-6 Measurement Uncertainty, Symmetrical Bias

- 定義：量測報告值與公認真值（或真值）間差值之最大可信賴極限區間。
- 意義：量測品質之指標，亦是量測能力之具體展現。
- 評估：經由對誤差源做分析評估，所延伸之不確定性。
- 例子：不確定度為±1ppm，即表示量測報告值與真值間之差不超過百萬分之一。

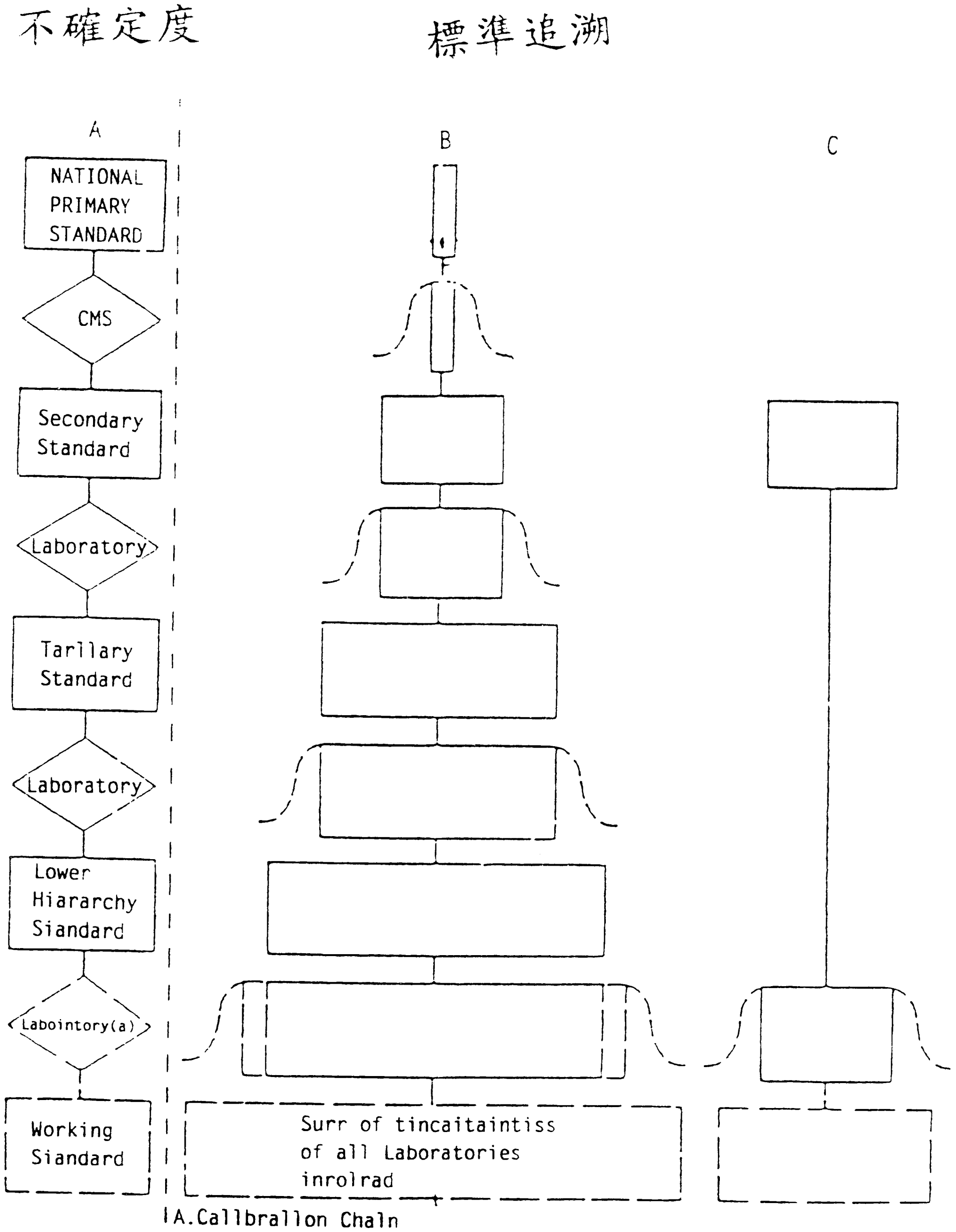
規格與不確定度



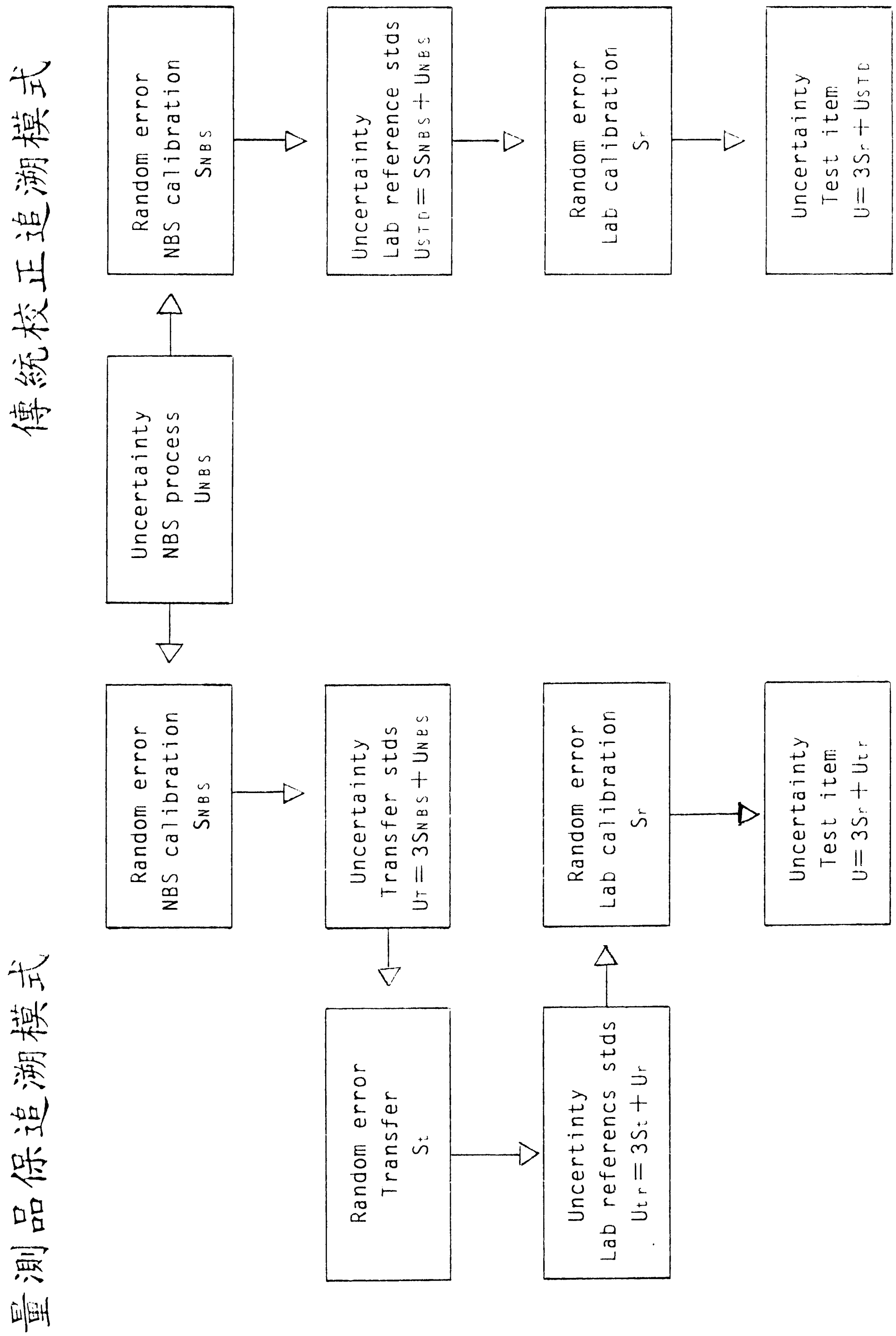
- Case1：不符規格
- Case2：無法判斷
- Case3：符合規格

註：MIL 45662A建議：
"量測標準器的不確定度應不超過每一被校待性的可接受允差的25%"

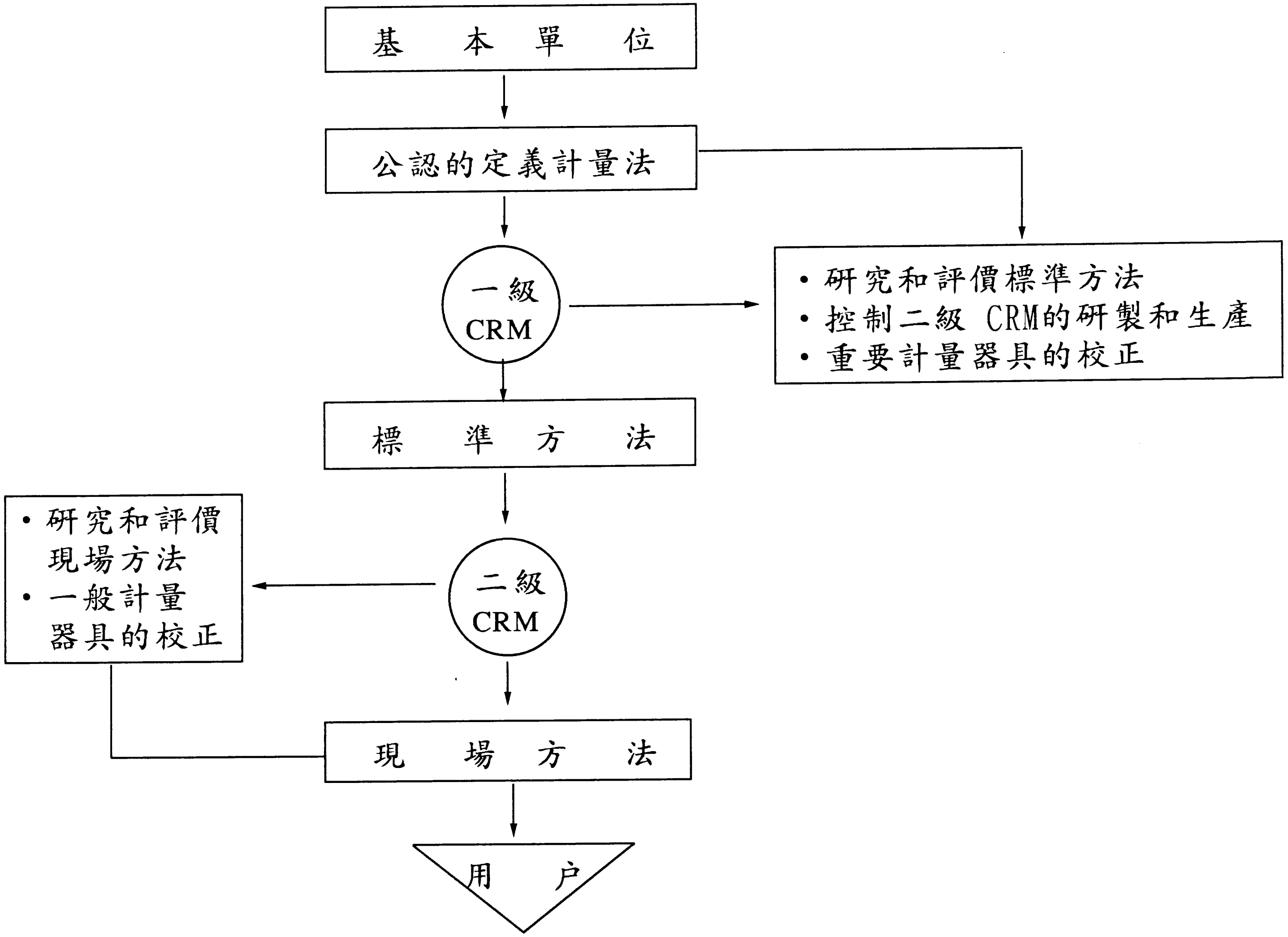
標準追溯與不確定度



A.Callbrallon Chaln
B.Propagallon of Uncandatnty
C.Allomale Callbrallon of Chain Uncrimliy


傳統校正追溯模式
Uncertainty
NBS process
UNBS
Random error
NBS calibration
SNBS
Uncertainty
Lab reference stds
USTD = SSNBS + UNBS
Random error
Lab calibration
Sr
Uncertainty
Test item
U = 3Sr + USTD
量測品保追溯模式
Random error
NBS calibration
SNBS
Uncertainty
Transfer stds
UT = 3SNBS + UNBS
Random error
Transfer
St
Uncertinty
Lab referencs stds
Utr = 3St + Ur
Random error
Lab calibration
Sr
Uncertainty
Test item
U = 3Sr + Utr

參考標準物質(CRM)傳遞模式



Quality Control：Those procedures and activities developed and implemented to produce a product/ measurement of required quality.

Quality Assessment：Those procedures and activities utilized to verify that the quality control system is operating with in acceptable limits.

量測品保設計

一、實驗室(校正)設計

(含系統設備、量測原理、系統流程、(校正)程序)

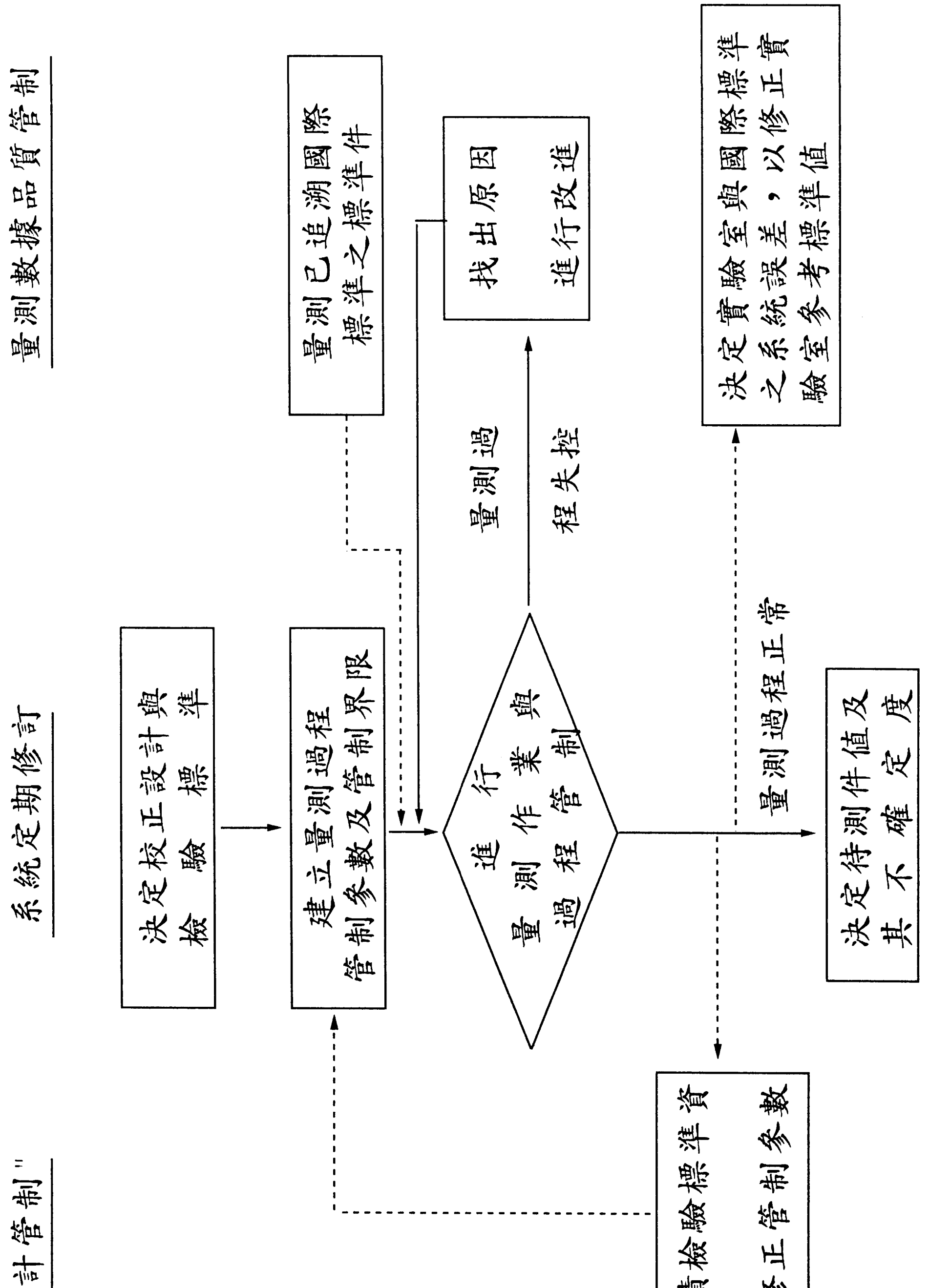
二、系統分析方法

三、管制圖建立

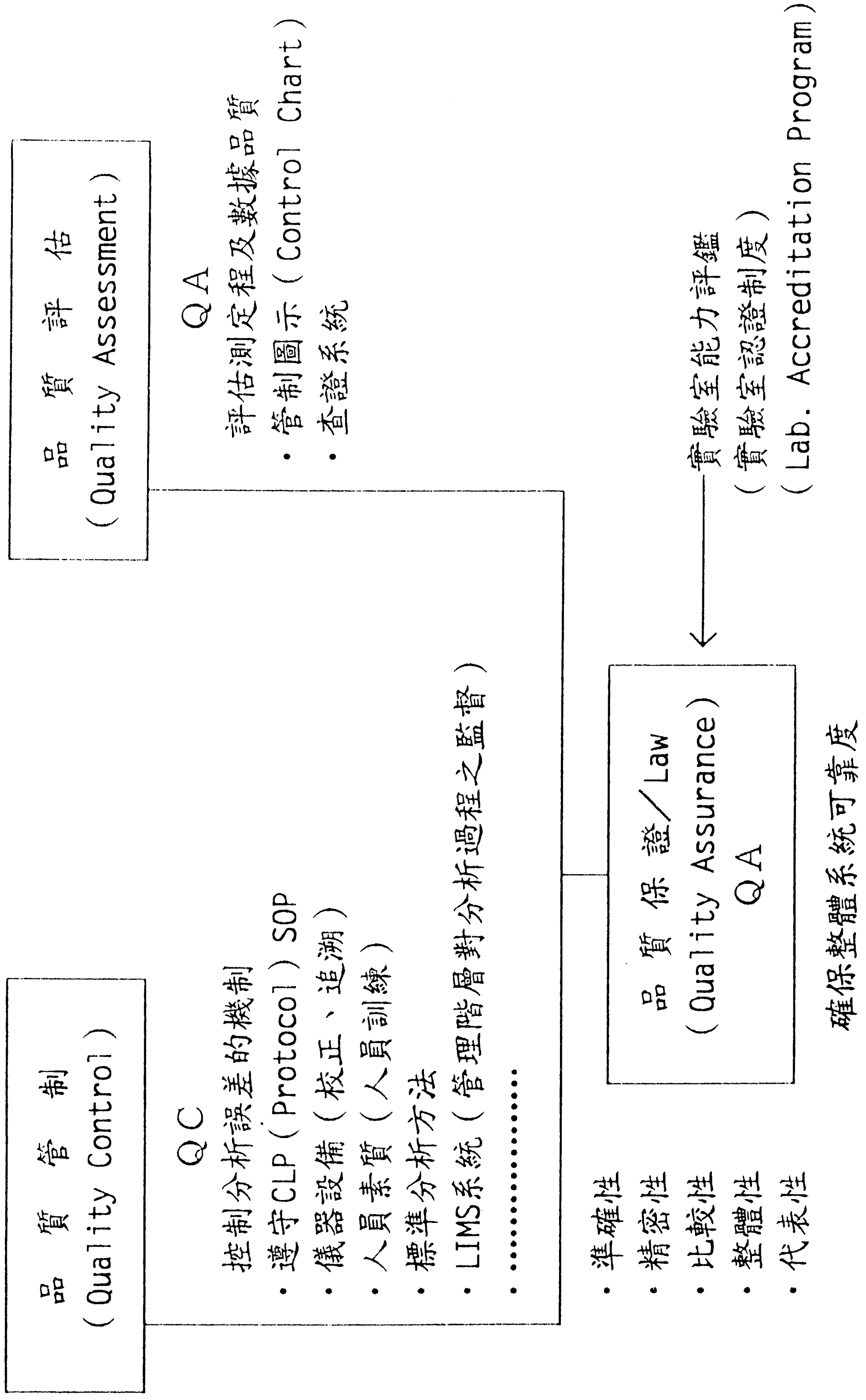
四、誤差分析與不確定度探討

(系統誤差(已定)誤差，隨機誤差(未定)誤差)

量測統計品保方案方塊圖



完整實驗室的QA/QC系統



附　　件

各式濕度計優劣點比較表(Ⅰ)

濕度計種類	優　點	缺　點
秤重式	1.國家濕度標準 2.準確度最高	1.無商品化產品，造價高昂 2.體積龐子，系統複雜，不易操作
光學冷凝式	1.可當作濕度次級標準 2.精確且可有良好的準確度 3.操作範圍非常廣	1.鏡子需經常清潔 2.不適用於將近凝結的氣體 3.氣體需高度過濾 4.價格稍高
乾濕球	1.直接量測相對濕度 2.簡單，便宜而且理論基礎成熟 3.可同時量測氣體溫度	1.濕布的蒸發速率會受測試氣體之沉積而減緩 2.氣體流速小於3m/sec時，量測結果和流速有關 3.需經常加入蒸餾水

各式濕度計優劣點比較表(II)

濕度計種類	優　點	缺　點
機械式	1.不需供應電源 2.簡單、價格低廉 3.在使用範圍內，對溫度敏感度低	1.漂移及遲滯現象較大 2.輸出非線性 3.只能在有限的溫度範圍內操作
電解式	1.可感測到極低的濕度 2.不需校正	1.氣體流速需保持一定 2.五氧化二磷活性高，限制可測定的氣體種類 3.感測元件需經常作再生 4.感測元件因意外浸水即損毀
氯化鋰	1.和流速無關 2.可量測露點和相對濕度	1.需經常作維護 2.許多氣體會損傷感測元件 3.感測元件因意外浸水即損毀 4.低濕無法量測

各式濕度計優劣點比較表(III)

濕度計種類	優　點	缺　點
氧化鋁	1.使用範圍很廣 2.高穩定度 3.和流量無關 4.反應快度 5.高選擇 6.操作溫度、壓力範圍廣 7.不太需要維護	1.校正結果顯示有緩慢漂移的現象，在較高溫度或某些氣體下操作會加速漂移 2.某些腐蝕性氣對感測器有不利影響 3.在高溫、高露點下，感測器需作簡單的溫度控制
聚合物	1.簡單、價格低廉 2.和流速無關 3.只需很少的維護 4.濕度變化時反應快速	1.在高濕時有遲滯及漂移現象 2.只能量測有限的濕度範圍 3.易受化學妨害和塵粒的沉積
紅外線	1.量測範圍廣 2.可在高腐蝕性氣體下使用 3.適用於立即性的多成分分析	1.價格較高 2.許多氣體會造成干擾 3.需要校正